

## سخن آغازین:

در ابتدا جا دارد از شرکت آب و فاضلاب استان کرمان (خصوصاً شهرستان کهنوج) که طرح نوسازی خطوط انتقال آب شهرستان کهنوج را به ما پیشنهاد نمودند و در هر زمینه از قبیل ارایه نقشه، آیین نامه ها، آمار، مشاوره و.... ما را یاری کردند کمال تشکر را داریم و امیدواریم توانسته باشیم با ارایه این پروژه گوشه ای از یاری شما عزیزان را جبران کرده باشیم.

## معرفی پروژه:

این پروژه با پیشنهاد شرکت آب و فاضلاب استان کرمان به عنوان طرح نوسازی شبکه انتقال آب شهرستان کهنوج به ما معرفی شد.

• در فصل اول مشاهده خواهید فرمود:

با ارایه نقشه و آمار جمعیت و آیین نامه ها از سوی شرکت آب و فاضلاب محاسبات مربوط به جمعیت در افق طرح، سایز لوله، معرفی لوله، متعلقات آن و محاسبات دیگری که در ادامه مشاهده خواهید فرمود.

• در فصل دوم مشاهده خواهید فرمود:

با مجوز شرکت آب و فاضلاب استان کرمان گزارشی از اجرای شبکه جمع آوری فاضلاب این شهرستان و ارایه نکاتی در مورد اجرای صحیح پروژه و همچنین مبانی طراحی شبکه جمع آوری فاضلاب به نظر تان خواهد رسید.

## فصل اول:

# طراحی و نحوه اجرای شبکه آبرسانی شهرستان کههنوج

(محاسبات مربوط به خط انتقال جدید جهت جایگزینی خطوط انتقال فرسوده)

## 1-1- مقدمه:

افزایش روز افزون جمعیت شهرها و پیشرفت صنایع در تمام کشورهای جهان برای آبرسانی شهرها مسئله بسیار مهم و پیچیده ای به وجود آورده که حل آن با کمک متخصصین کار آزموده امکان پذیر است، برای کشور ما که از کمبود آب در تنگنا می باشد مسئله نامبرده اهمیت ویژه ای پیدا می کند. مهاجرت روز افزون مردم از دهات به شهرها و پیشرفت سریع زندگی مدرن و توجه بیشتر به بهداشت همگانی مقدار نیازهای آبی را افزایش می دهد. به وجود آمدن صنایع مادر چون ذوب آهن و پتروشیمی که خود ایجاد یک رشته کارخانه های کوچکتری را سبب می گردند مشکل آبرسانی را دو چندان می سازد.

مسئله کمبود آب را در ایران طبعاً نمی توان به سادگی بر طرف نمود. فقط با بهره برداری درست از منابعهای آب کشور، جلوگیری از هدر رفتن آبهای طبیعی و مهار کردن رودخانه ها و ایجاد شبکه های آبرسانی ناحیه ای در نقاط گوناگون کشور می توان نیازهای آینده مردم را تأمین نمود.

شبکه آبرسانی شهرها دارای وظایفی هستند که مهمترین آنها عبارتند از :

تأمین آب آشامیدنی مردم شهر، تأمین آب مورد نیاز دستگاهها و تأسیسات بهداشتی از قبیل حمامها، توالتها و غیره ... ، تأمین آب مورد نیاز کارخانه های کوچک و بزرگ و کارخانه های گوناگون، تأمین آب لازم برای آبیاری فضاهای سبز و شستشوی خیابانها و آبریزگاههای همگانی، تأمین آب مورد نیاز تأسیسات سازمانهای آتش نشانی در مواقع آتش سوزی.

و شبکه می بایست قادر باشد وظایف نام برده در بالا را به خوبی انجام دهد و حتی در بدترین شرایط نیز این وظایف را به درستی انجام دهد.

## 1-2- مطالعات عمومی

استان کرمان در جنوب شرقی فلات مرکزی و بین ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی قرار دارد. این استان از شمال به استان‌های خراسان جنوبی و یزد، از شرق به استان سیستان و بلوچستان، از غرب به فارس و از جنوب به هرمزگان محدود می‌شود. مساحت استان معادل ۱۸۱۷۱۴ کیلومتر مربع می‌باشد. این استان در تقسیمات کشوری سابق ایران استان شماره ۸ کشور بود و هرمزگان و یزد را نیز شامل می‌شد. بیشترین جمعیت زرتشتیان ایران در کرمان زندگی می‌کنند و جشن سده کرمان در فهرست آیین‌های ملی ثبت شده است.



## 1-3- آب و هوا

تنوع آب و هوایی استان کرمان به دلیل شرایط خاص اقلیمی در خور توجه است. در نتیجه این شرایط اقلیمی، در واحی شمال، شمال غربی، آب و هوا خشک، در جنوب و جنوب شرقی گرم و مرطوب و در جنوب غربی و مرکز سرد و کوهستانی است. بارندگیهای ۳۰-۶۰ میلی متری دشت نرماشیر و شهداد و ۳۵۰-۴۰۰ میلی متری کوه های رابر، دهبکری و جبالبارز، و حتی بیش از ۴۰۰ میلی متر در گوگر و بافت و نیز وجود تنها پارک ملی جنوب شرق ایران و بزرگترین پارک ملی جنوب ایران یعنی پارک ملی خبر در جنوب غربی شهرستان بافت خود گویای مناطق اکولوژیک متفاوت در این استان است. مناطق مرکزی، غربی، جنوب غربی و تاحدی شرقی استان از بارش برف و کولاک زیادی در فصل زمستان برخوردار است. رژیم بارندگی در مناطق جنوب شرقی و شمال شرقی استان اغلب به صورت باران و در نواحی مرکزی، جنوب غربی و غرب و شمال غرب استان برف می باشد و در محدوده آبان ماه تا فروردین ماه قرار دارد و از بادهای غربی و شمال غربی منطقه تغذیه می شود که اغلب موسمی و خشک است.

## 1-5- عوامل مؤثر در برآورد جمعیت آینده یک شهر:

- 1- روند رشد جمعیت شهر در سال های گذشته
- 2- طرح های عمرانی و توسعه صنعتی پیش بینی شده برای آینده
- 3- روند رشد جمعیت در مناطق مجاور شهر
- 4- تنگناهای موجود در برابر توسعه آینده شهر
- 5- پیش بینی جمعیت اشباع و تطابق آن با طرح های جامع
- 6- امکان مهاجرت
- 7- جمعیت فعلی و تغییرات آن

## 1-6- دوره طرح:

نظر به اینکه جمعیت و مقدار مصرف سرانه و نیازمندی های تجاری و صنعتی آب در شهرها و اجتماعات معمولاً در حال افزایش بوده و از طرفی امکانات مالی و اجرایی محدود است لذا در طرح تأسیسات شهر اعم از آب و فاضلاب زمان مناسبی انتخاب می شود تا شرایط و نیازهای آن زمان در تعیین مبنای طرح ملاک عمل قرار گیرد. فاصله بین زمان شروع بهره برداری و زمان مبنای طرح را دوره طرح می نامند. در شرایط کنونی ایران

معمولاً دوره طرح را 20 تا 40 سال در نظر می گیرند. مگر اینکه شرایطی خاص و یا عوامل مؤثر در طرح و دوره طرح محدوده کننده آن باشند. (آیین نامه: بند 1-4-1)

### 1-7- محاسبه جمعیت در پایان دوره طرح ( $P_n$ ):

جمعیت طرح در واقع جمعیتی است که مشخص میکند در دوره طرح 25 ساله جمعیت ما به چقدر خواهد رسید. تا در جهت رفع نیاز های آبی منطقه از آن استفاده شود. به عنوان مثال در شهر مورد مطالعه دادهای آماری جمعیت طی سال های گذشته به شرح جدول زیر می باشد.

متوسط رشد سالانه بر حسب درصد					جمعیت بر حسب نفر					
1375	1365	1355	1345	1335	1385	1375	1365	1355	134	133
-	-	-	-	-					5	5
1385	1375	1365	1355	1345						
1.5%	3.75%	9.98%	6.93%	7.98%	1852	1600	1148	443	226	105
					5 نفر	8 نفر	7 نفر	5 نفر	9 نفر	3 نفر

### 1-8- روش های محاسبه ی جمعیت شهر

در نهایت محاسبه ی جمعیت طرح به چندین روش بیان می شود.  
 \* روش اول: روش تصاعدی: محاسبه ی جمعیت طرح ( $p_n$ ) از رابطه زیر بدست می آید. با توجه به در نظر گرفتن دوره طرح 25 ساله لذا فرمول به شکل زیر می باشد.

$n$  = دوره طرح بر حسب سال       $p_0$  = جمعیت در ابتدای دوره       $\gamma$  = ضریب متوسط رشد جمعیت

$$p_{1375} = 16008$$

$$p_{1375} = 18525 \rightarrow p_{z5} = 18505 \times \left(H \frac{1/5}{100}\right)^{z5} = 26878 \text{ نفر}$$

\* روش دوم: روش حسابی تعیین جمعیت طرح:  
 در این روش فرش می شود که تغییرات جمعیت نسبت به زمان ثابت است.

$Ka$  = ثابت جمعیت  $p_0$  = جمعیت در سال مبنا  $\Delta t$  = زمان دوره طرح

$$ka_1 = \left( \frac{18525 - 16008}{1385 - 1375} \right) = \frac{251/7}{0} \quad ka_2 = \left( \frac{16008 - 11487}{1375 - 1365} \right) = \frac{452/1}{.}$$

$$k_{average} = \frac{452/1 + 251/7}{2} = 351/9 \approx 352$$

$$p_{1410} = 18525 + \frac{357}{9(1410 - 1385)} = 27325 \text{ نفر}$$

طی 25 آتی

جواب دوم منطقی تر به نظر می رسد با توجه روند رشد جمعیت طی دوره های گذشته افزایش 2000 نفری به ازای هر 10 سال طی سالیان گذشته نتیجتاً عدد 28328 نفر منطقی تر به نظر می رسد.

\* روش سوم:

\* روش هندسی یا لگاریتمی

در این روش با استفاده فرمول زیر برای تعیین جمعیت طرح استفاده می شود.

$$kg_1 = \frac{L_n(p_{1375}) - L_n(p_{1365})}{1375 - 1365} = \frac{L_n(16008) - L_n(11487)}{10} = /033$$

$$kg_2 = \frac{L_n(p_{1385}) - L_n(p_{1375})}{1385 - 1375} = \frac{L_n(18525) - L_n(16008)}{10} = /014$$

$L_{n1410} =$

\* نکته:  $L_{nx} = y \rightarrow x = e^y$

به روش هندسی جمعیت طرح 33325 نفر در می آید که البته با توجه به روند رشد جمعیت در سالیان گذشته خصوصاً نرخ رشد رو به کاهش جمعیت با توجه به داده های آماری عدد فوق اذدکی دور از واقعیت می باشد.

لذا در طی سه روش گذشته:

1- روش تصاعدی = 26878 نفر



$$\check{p} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n} = \frac{26878+28328+33325}{3} - 2$$

2- روش حسابی = 28328 نفر

3- روش هندسی = 33325 نفر

### روش چهارم: روش ترکیبی

شایان ذکر است روش ترکیبی به عنوان روش مبنا برای تعیین جمعیت طرح توسط بسیاری از کارشناسان و متخصصین آب جهت طراحی شبکه آبرسانی شناخته شده است.

آمار موجود به شرح ذیل می باشد:

موالید سال 85 بر حسب نفر: 1111 نفر

مرگ و میر در سال 85 بر حسب نفر: 698 نفر

نرخ مهاجر فرستی در سال 85: 166 نفر

نرخ مهاجر پذیری در سال 85: 128 نفر

شاخص امید به زندگی (متوسط عمر افراد جامعه): 72 سال

درصد فضای سبز شهر: 6.3٪

مساحت کنونی شهر: 561.5 هکتار

مساحت برآورد شده سال افق: 870.5 هکتار

لذا باتوجه به آمار فوق جمعیت طرح به روش ترکیبی :

$$111+128=1239 \quad \text{از طرفی} \quad 698+166=864 \quad \text{لذا} \quad 1239-864=375 \quad \text{به ازای هر سال ورودی}$$

جمعیت

$$P_n = 18525 + 375 * 25 = 28000 \quad \text{در سال افق}$$

لذا در پایان با توجه باتوجه به با روش های مختلف برآورد جمعیت در صفحات گذشته جمعیت در سال افق 29132 نفر پیش بینی شده است.

محاسبه جمعیت امکان محاسبه ی کل آب مصرفی را فراهم می کند و از طرفی طراحی خطوط لوله مستلزم تعیین جمعیت سرویس دهی لوله است.

## 1-9 - محاسبه مساحت فعلی شهر

محاسبه ی تراکم جمعیت از طریق روش های :

1- نقشه های توزیع تراکم جمعیتی

2- اطلاعات محلی

3- آمار گیری منطقه ای

امکان پذیر است.

$$\text{تراکم در سال مبنا} = 33 = 18525 / 561.5$$

با توجه به جمعیت شهر در سال افق 29132 نفر اگر فرض شود 75٪ در سطح گسترش یافته شهر ساکن شوند و 25٪ در سطح قدیم جا دهی شوند.

$$\text{نفر} = 29132 - 18525 = 10607$$

$$\text{نفر} = 7955 = 0.75 \Delta P = 0.75 \times 10607 = \text{جمعیت در سطح گسترش}$$

$$\text{نفر} = 2652 = \Delta P(1 - 0.75) = 10607 \times (1 - 0.75) = \text{جمعیت افزایش یافته در سطح قدیم}$$

$$\text{نفر} = 21177 = 18525 + 2652 = \text{جمعیت جدید در سطح قدیم}$$

$$\text{نفر در هکتار} = 38 = \frac{21177}{561.5} = \text{تراکم جدید}$$

$$209 \text{ ha} = \frac{7955}{38} = \text{سطح گسترش}$$

مساحت کنونی شهر کرمان 870.5 هکتار می باشد.

## 1-10 - متوسط مصرف سراع آب:

مصرف سرانه یک شهر با توجه به بند 1-5 آیین نامه شامل مصارف زیر می باشد:

- مصارف خانگی
- مصارف عمومی
- مصارف تجاری و صنعتی
- مصارف فضای سبز عمومی

- تلفات آب

میزان مصرف کل مجموع مصرف پنج گانه فوق می باشد.

### 1-10-1- مصرف خانگی:

برای به دست آوردن مصرف خانگی روش های مختلفی وجود دارد که از آن جمله عبارتند از:

- استفاده از جداول 2-7 یا 2-6 کتاب آشفته که جمع کل را برای هر نفر  $135 \text{ lit/day}$  در نظر گرفته است.

- استفاده از جداول 1-2 یا 2-2 کتاب منزوی.

- استفاده از آمار و اطلاعات.

- استفاده از توصیه سازمان مدیریت و برنامه ریزی.

باید توجه شود که در تعیین میزان متوسط مصرف سرانه خانگی (بدون فضای سبز) در آینده، عوامل زیر مؤثرند (آیین نامه: بند 1-3-2-5-1):

1- ارقام اندازه گیری شده فعلی

2- رشد مصرف در گذشته و تخمین رشد آتی با توجه به سطح رفاهی مردم در آینده.

3- سهولت تامین آب.

4- آب و هوای منطقه.

5- فشار در شبکه.

6- نوع مسکن و قیمت آب.

7- نحوه دفع فاضلاب.

## 1-10-2- تعیین متوسط مصرف سرانه خانگی:

با توجه به جدول (1-5-1) آیین نامه سازمان برنامه و بودجه متوسط مصرف سرانه خانگی (بدون فضای سبز) در حدود سال 1395 به صورت زیر انتخاب می شود.

### جدول تعیین متوسط سرانه خانگی

نوع مصرف	حدود مصرف (آیین نامه) ( $lit/day$ )	مقدار انتخابی ( $lit/day$ )
آشامیدن	2-5	3
پخت و پز	10-5	8
حمام	25-50	38
لباسشوئی	10-20	15
ظرفشوئی	5-15	10
دستشوئی و توالت	20-30	25
شستشوی خانه	3-10	5
کولر و تهویه مطبوع	2-5	2
متفرقه	3-5	4
جمع	75-150	110

\*در صورتی که اعداد پیش بینی شده برای مصرف خانگی (بدون فضای سبز) خارج از محدوده جدول فوق (آیین نامه : جدول 1-5-1) باشد ابتدا باید علل این مسئله مشخص و سپس تصمیم مقتضی با نظر کارفرما اتخاذ گردد.

\*مصرف خانگی به ازای هر نفر برابر  $114 \text{ lit/day}$  می باشد.

### 1-10-3- تعیین حداکثر مصرف روزانه فضای سبز:

فضای سبز شامل مصرف فضای سبز خانگی و عمومی می باشد که برای تعیین آن یکی از روش های زیر را به کار می گیریم:

- 1- اگر فضای اختصاص یافته به هر نفر مشخص نبود، بین 1 تا 10 لیتر در روز برای آن در نظر می گیریم.
- 2- توصیه آیین نامه بند 1-5-2-3

فضای سبز شهر را با توجه به قرار گیری شهر کهنوج در منطقه نیمه صحرایی و گرم  $\frac{1}{10}$  فضای کل شهر در نظر می گیریم. مقدار آب مصرفی باید با توجه به تعداد روزهای آبیاری محاسبه شود و فرض می کنیم که 3 روز در هفته یعنی جمعاً 150 روز در سال آبیاری داریم. با توجه به نقشه مناطق آب و هوایی در آیین نامه، دیر در منطقه 8 آب و هوایی (نیمه صحرایی و گرم) می باشد و همچنین با توجه به جدول 1-5-2 آیین نامه حداکثر مقدار مصرف روزانه فضای سبز را برابر 8 تا 14 لیتر بر روز که 10 لیتر بر روز به ازای هر متر مربع در نظر می گیریم. توجه به اینکه در شهر های بزرگی چون کرمان در صد فضای سبز 5 مترمربع به ازای هر شخص می باشد و با لحاظ نمودن اینکه شهر کهنوج شهر کوچکی می باشد 2 تا 3 متر مربع به ازای هر شخص در نظر میگیریم.

مقدار آب مصرفی در واحد سطح  $\times$  مساحت فضای سبز شهر و سطح گسترش = مقدار آب مصرفی فضای سبز

$$\{29132 * 2^{m^2}\} \times 10 = 522640 \text{ lit/day}$$

مقدار آب مصرفی فضای سبز

$$\text{مقدار مصرف سرانه فضای سبز به ازای هر نفر} = \frac{V_{wg}}{P_n} = \frac{522640}{29132} = 20 \text{ lit/day}$$

\*مصرف روزانه فضای سبز به ازای هر نفر برابر  $20 \text{ lit/day}$  می باشد.

### 1-10-4- تعیین متوسط مصرف سرانه عمومی و همگانی:

مصرف عمومی و همگانی شامل آب مصرفی در هتل ها، مدارس، مساجد و فروشگاه ها است. برای محاسبه این مصرف یکی روش های زیر را به کار می گیریم:

- 1- استفاده از جداول، مانند جدول 8-2 کتاب آشفته
  - 2- وقتی که از شهر اطلاعاتی در دست نداریم، می توان از توصیه سازمان برنامه و بودجه استفاده کرد.
- بنابراین با توجه به توصیه آیین نامه بند 1-5-2-3-4 مقدار حداقل و حداکثر تا سال 1395 به شرح زیر است:

- مقدار حداقل مصرف همگانی  $10 \text{ lit/day}$  به ازای هر نفر
- مقدار حداکثر مصرف همگانی  $20 \text{ lit/day}$  به ازای هر نفر
- \* مصرف همگانی و عمومی به ازای هر نفر برابر  $16 \text{ lit/day}$  می باشد.

### 1-10-5- تعیین متوسط مصرف سראع تجاری و صنعتی:

که شامل:

- 1- مصرف صنایع بزرگ مانند کارخانه ها
  - 2- مصرف صنایع کوچک مانند کارگاه ها
  - 3- مصرف در دامداری ها
- می باشد و با توجه به توصیه آیین نامه بند 1-5-2-3-5 مقدار حداقل و حداکثر تا سال 1395 به شرح زیر است:

- مقدار حداقل مصارف صنعتی  $10 \text{ lit/day}$  به ازای هر نفر
- مقدار حداکثر مصارف صنعتی  $45 \text{ lit/day}$  به ازای هر نفر
- \* مصرف سرائه تجاری و صنعتی به ازای هر نفر برابر  $25 \text{ lit/day}$  می باشد.

### 1-10-6- تلفات آب:

مقدار تلفات آب عبارت است از مقدار آبی که به صورت نشت از محل اتصالات، پیوندی ها و همچنین چکه نمودن شیر آلات به هدر می رود. این مقدار بستگی به کیفیت شبکه، فشار آب، جنس لوله ها، تراکم و روش بهره برداری آن دارد.

طبق بند 1-5-2-3-6 آیین نامه مقدار متوسط تلفات سرائه آب نباید بیش از 20 درصد متوسط مجموع مصارف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی و فضای سبز عمومی منظور گردد.

از آنجایی که شبکه آبرسانی به تازگی طراحی می شود و لوله های نو به کار می رود، لذا میزان تلفات آب بسیار کم بوده و آن را برابر 15٪ در نظر می گیریم.

(مصرف فضای سبز + مصرف صنعتی + مصرف همگانی + مصرف خانگی) × در صد تلفات = میزان تلفات آب

$$\text{میزان تلفات آب} = \frac{7}{100} \times (114 + 16 + 25 + 20) = 26.25 \text{ lit/day}$$

\*تلفات آب به ازای هر نفر برابر  $27 \text{ lit/day}$  می باشد.

### 11-1- تعیین متوسط مصرف سرائع روزانه آب و آب مصرفی شهر:

با توجه به مجموع متوسط مصارف آب و مقدار تلفات آن، متوسط مصرف سرانه به ازای هر نفر به صورت ذیل قابل محاسبه است.

مصرف سرانه صنعتی + مصرف سرانه همگانی + مصرف سرانه خانگی = مقدار متوسط مصرف سرانه کل بازای هر نفر

تلفات آب + مصرف سرانه فضای سبز +

$$Q_m^d = 114 + 16 + 25 + 20 + 27 = 202 \text{ lit/day.cap}$$

متوسط مصرف سرانه کل × جمعیت شهردرپایان دوره طراحی = متوسط مصرف آب جمعیت شهردون آب آتش نشانی

$$V_m = P_n \times Q_m^d = 29132 \times 202 = 5884664 \Rightarrow V_m = 5884664 \text{ lit/day}$$

### 12-1- تعیین حداکثر مصرف سرائع روزانه آب و آب مصرفی شهر:

با توجه به منطقه آب و هوایی شهر دیر در نقشه پیوست آیین نامه و جدول 1-5-3 آیین نامه ضریب  $C_1$  بین 1.5 تا 1.8 بود که برابر 1.7 در نظر می گیریم. سپس با داشتن ضریب  $C_1$  و متوسط سرانه روزانه می توان حداکثر مصرف سرانه روزانه را به صورت ذیل محاسبه کرد:

متوسط مصرف سرانه روزانه =  $C_1 \times$  حداکثر مصرف سرانه روزانه

$$Q_{\max}^d = C_1 \times Q_m^d = 1.7 \times 202 \Rightarrow Q_{\max}^d = 343.4 \text{ lit/day.cap}$$

حداکثر مصرف سرانه  $\times$  جمعیت شهر در پایان دوره طرح = حداکثر مصرف آب جمعیت شهر بدون آب آتش نشانی

$$V_{\max}^d = P_n \times Q_{\max}^d = 29132 \times 343.4 \Rightarrow V_{\max}^d = 10003929 \text{ lit/day}$$

### 1-13- تعیین حداکثر مصرف سرانه ساعتی:

برای محاسبه دبی حداکثر ساعتی با توجه به بند 1-5-2-3-10 آیین نامه، باید ضریب حداکثر ساعتی ( $C_2$ ) را از جدول 1-5-4 آیین نامه، با توجه به جمعیت شهر مورد نظر به دست آورد.

$$P_n = 29132 \Rightarrow \left\langle \frac{20000}{100000} \right\rangle \Rightarrow 1.4 < C_2 < 1.8 \Rightarrow C_2 = 1.6$$

$$Q_{\max}^h = C_2 \times Q_{\max}^d = 1.6 \times \frac{343.4}{24} \Rightarrow Q_{\max}^h = 22.9 \text{ lit/hr.cap}$$

\* حداکثر مصرف سرانه روزانه ملاک طراحی مخزن می باشد و حداکثر مصرف سرانه ساعتی ملاک طراحی شبکه آبرسانی می باشد.

حداکثر مصرف سرانه لحظه ای (ثانیه ای)  $\times$  جمعیت شهر در پایان دوره طرح = دبی لحظه ای ماکسیمم (دبی طراحی)

$$Q_d = Q_{\max}^s = P_n \times \left( Q_{\max}^h \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ sec}} \right) = 29132 \times \left( 22.4 \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ sec}} \right) \Rightarrow Q_d = Q_{\max}^s = 186 \text{ lit/sec}$$

### 1-14- دبی شیرهای آتش نشانی:

به طور کلی استفاده از شیرهای ایستاده (روی زمینی) توصیه می شود، ولی در مواردی که توجیه کافی وجود داشته باشد، استفاده از شیرهای زیر زمینی نیز بلامانع است. (آیین نامه: بند 2-3-1)

\* در چهارراه های اصلی لااقل یک شیر آتش نشانی وجود داشته باشد، در چهارراه های بزرگ با ترافیک سنگین حداقل دو شیر در دو سمت متقابل چهارراه نصب گردد.

\* در مجاورت مراکز عمومی بزرگ از قبیل بیمارستان ها، سینماها، مدارس و غیره، باید شیرهای آتش نشانی نصب گردد.

دبی شیر آتش نشانی به صورت زیر می باشد.

$$q_f = \frac{q \left( \frac{\text{lit}}{s} \right) \times 3600 (s) \times (h) \text{ سوزی آتش زمان} \times \text{همزمان سوزی آتش تعداد}}{\text{نفر (طرح جمعیت)}}$$



$$qf = \frac{2 \times 4 \times 3600 \times 20}{29132} = 15 \text{ lit/s}$$

$$q_{max}^s = 186 + 3 \times 15 = 231 \text{ lit/s}$$

در نهایت

## 15-1- مخازن آب:

با توجه به اینکه در شهرکهنوج فضای خالی مناسبی برای مخازن و ارتفاع مناسبی جهت اجرای مخازن وجود دارد در نتیجه در قسمت غرب شهر کهنوج تپه بلندی وجود دارد که ارتفاع مناسبی جهت اجرای مخزن زمینی بلند استفاده کرد.

### 15-1-1 نحوه تعیین حجم مفید مخازن آب تصفیه شده زمینی:

حجم مفید مخازن با توجه به بند 2-5-1 آیین نامه، شامل سه قسمت ذیل می شود:

- 1 - حجم مورد نیاز برای جبران نوسانات ساعتی.
  - 2 - حجم مورد نیاز برای تأمین نیازهای آتش نشانی.
  - 3 - حجم مورد نیاز برای تأمین آب در مواقعی که آب ورودی به مخازن قطع می شود.
- مخازن آب بایست قادر باشند آب مورد نیاز شهر را در ساعت حداکثر تأمین نماید. حجم مورد نیاز برای این منظور بایستی با اندازه گیری لازم و ترسیمات منحنی تغییرات روزانه مصرف تعیین گردد. در صورتی که منحنی تغییرات روزانه مصرف امکان پذیر نباشد لازم است با استفاده از تغییرات مصرف در شهر های با شرایط مشابه حجم مورد نیاز مخزن را تخمین زد.

### 15-1-2 محاسبه حجم مفید مخازن در انتهای دروه طرح و تعداد مخازن:

حجم مفید مخازن با توجه به سه قسمت بند فوق الذکر تعیین می شود و در صورت نبودن اطلاعات کافی، در شرایط معمولی این حجم بین 50 تا 75 درصد حداکثر مصرف روزانه پیش بینی شده در پایان دوره طرح توصیه می گردد. (آیین نامه: بند 2-5-1-4)

برای محاسبه حجم مخازن با توجه به بند سه قسمت بند فوق رابطه ذیل را داریم:

آب مصرفی مورد نیاز آتش نشانی + حداکثر آب مصرفی روزانه شهر  $\times$  ضریب آلفا = حجم مخزن

$$V = \alpha V_{\max}^d + V_F$$

برای تعیین در رابطه فوق از جدول 6-1 کتاب منزوی استفاده می شود.

$$P_n = 29132 > 20000 \Rightarrow \alpha = \%50, \quad V_F = 350 \text{ m}^3$$

$$V = \%50 \times (10003929 \times 10^{-3}) + 350 \Rightarrow V = 5352 \text{ m}^3$$

\*چون حجم محاسبه شده مخزن بزرگ تر از  $100m^3$  می باشد، لذا مخزن باید به صورت دابل طراحی گردد تا بتوان در موقع شستشو و یا تعمیر یک مخزن از آب مخزن دیگر برای آبرسانی شهری استفاده نمود.

$$2 \div \text{حجم مخزن محاسبه شده} = \text{حجم هر یک از مخازن}$$

$$V' = \frac{V}{2} = \frac{5352}{2} \Rightarrow V' = 2680m^3$$

از دید اقتصادی بهتر از منبع های با حجم 300-3000 مترمکعب استوانه ای ساخته شوند (رجوع شود به کتاب منزوی)

### 1-15-3- شکل مخازن و تعیین ابعاد مخازن:

به دلیل اینکه حجم محاسبه شده هر یک از مخازن بزرگ تر از  $2680m^3$  می باشد، مخازن باید به شکل مکعب مستطیل یا استوانه ای طراحی شوند. با توجه به کتاب منزوی بند 6-3-1-الف صفحه 225، ارتفاع آب درون مخزن برای حجم 100 متر مکعب 2-3 متر برای حجم بین 100-5000 متر مکعب 4-5 مترو بیشتر از  $5000m^3$  می باشد ارتفاع مخازن تا حداکثر  $6.5m$  توصیه گردیده است، در نتیجه ارتفاع آب در مخازن را برابر  $6.5m$  در نظر می گیریم.

ارتفاع آب مخزن (متر)	حجم مخزن ( $m^3$ )
2الی 3 متر	تا $100m^3$
3الی 4 متر	$100 - 1000 m^3$
4الی 5 متر	$1000 - 5000 m^3$
6.5 متر	بیش از $5000 m^3$

در نتیجه شکل مخزن بدلیل اینکه حجم هر یک از مخزن بین 100-3000 مترمکعب می باشد مخزن به صورت استوانه ای ساخته میشود. میشود بع شکل استوانه تو در تو نیز ساخت.

$$V = A * h = 2680 = A * 6.5$$

$$A = 412.30 M^2$$

$$A = \Pi * D^2 / 4$$

$$D = 23m$$

استوانه ای به قطر 23 متر و ارتفاع 6.5 متر

در مخازن مکعب مستطیلی برای محاسبه طول و عرض آن از رابطه  $W = \frac{3}{4} L$ ، طول مخزن و  $W$ ، عرض مخزن استفاده می کنیم.

- عمق مفید آب در مخزن برابر  $6.5m$  می باشد. ( $h = 6.5m$ )

$$\begin{cases} V' = L \times W \times h \\ W = \frac{3}{4}L \\ h = 6.5m \\ V' = 2680m^3 \end{cases} \Rightarrow V' = L \times \frac{3}{4}L \times h \Rightarrow 2680 = L \times \frac{3}{4}L \times 6.5 \Rightarrow \begin{matrix} L \approx 23.5m \\ W \approx 17.5m \end{matrix}$$

\*چند نکته اجرایی که در طراحی مخازن باید در نظر گرفت، عبارتند از:

- کف مخزن باید شیبی برابر 1 تا 2 درصد داشته باشد.
- در بالای مخزن باید دریچه هایی جهت هوادهی تعبیه گردد.
- در انتهای مخزن باید لوله ای جهت دفع مواد لجنی و رسوبات موجود تعبیه گردد.
- لوله برداشت باید 20 تا 30 سانتیمتر بالاتر از کف مخزن قرار گیرد.
- لوله تغذیه باید 20 تا 30 سانتیمتر بالاتر از بالاترین سطح آب در مخزن باشد.
- مخزن باید دارای سرریز باشد، تا آب اضافی تخلیه شود.
- جهت قرائت ارتفاع آب داخل مخزن باید داخل آن اشل نصب گردد.
- نقاط تغذیه و برداشت مخزن باید طوری در نظر گرفته شوند که آب همیشه در مخزن جریان داشته باشد.
- منبع های زمینی بلند در درون تپه های پیرامون و یا درون شهر ساخته می شوند برای ایمنی بیشتر در برابر سرما و گرماسعی میشود با خاکبرداری از زمین این منبع ها درون زمین ساخته شوند گاهی برای ایمنی نظامی آن ها را در دل کوه مسازند.

\*لذا از مخازنی مکعب مستطیلی با مشخصات ذیل استفاده می شود:

$$\therefore 2 \times [23.5m \times 17.5m \times 6.5]$$

## 1-16- شبکه آبرسانی حلقوی:

ابتدا با توجه به موقعیت خیابان های اصلی 10 حلقه ایجاد می کنیم و سپس با روش تعیین دبی واحد طول لوله دبی تقریبی برای لوله ها تعیین کرده و دبی گره ها با توجه به نصف لوله های متصل به آن گره و دبی واحد طول لوله به دست می آید.

نکته: در محاسبه از نرم افزار EPANET استفاده شده است.

اقدام بعدی رسم لوله های انتقال آب بین گروه های مذکور است بدین منظور لوله ها به نحوی قرار داده شوند تا از زیر خیابان بگذرند و در نتیجه عملیات حفر مسیر به راحتی صورت پذیرد با محاسبه طول لوله ها از روی نقشه و وارد کردن این اطلاعات در برنامه به سوی هدف نزدیکتر می شویم. در مورد زبری لوله ها باید گفت در طرح از معادلات هیزن - ویلمیاز استفاده شده و برای محاسبات افت استفاده شده است و از اینرو ضریب زبری  $C=140$  در نظر گرفته شده این ضریب برای لوله چدنی بدست آمده است.

پس از لوله گذاری ضریب  $C$  برای همه ی لوله ها در نظر گرفته شده و طول آن ها نیز وارد شود در هر گره مشخص می شود مقدار دبی آن تأمین می شود. در هر گره با استفاده از نصف دبی تأمین شده توسط هر لوله ای که به آن گره متصل است بدست می آید.

بعد از وارد کردن Base demand در هر گره نوبت به جانمایی مخزن می رسد. مخزن را در نزدیکی گره شماره 1 بلندترین نقطه قرار می دهیم در مورد قطر لوله ها در ابتدای امر از قطر تئوری استفاده کرده پس از آنالیز برنامه با قطر داده شده بسیاری قطر ها از لوله ها دارای سرعت غیر مجاز و خارج از محدود بوده و همین طور بسیاری از گره ها دارای فشاری خارج از محدوده است. هنرمندی طراح در این جاست که برای رسیدن به جوابی بهینه آنقدر قطر لوله ها را کم زیاد کرده و همچنین مخزن را تغییر دهد تا مقادیر فشار و سرعت به ترتیب در گره ها و لوله ها در محدود مجاز قرار گیرد.

## 1-16-1- تعیین دبی مصرفی در واحد طول لوله و دبی مصرفی لوله ها

جدول طول لوله ها (خیابان ها) در شبکه آبرسانی حلقوی

لوله	طول لوله (m)	لوله	طول لوله (m)
1	1080	15	420
2	705	16	840
3	420	17	480
4	570	18	675
5	780	19	600
6	180	20	525
7	495	21	630
8	690	22	915

378	23	330	9
645	24	345	10
495	25	375	11
975	26	285	12
375	27	450	13
1000	28	495	14
$\Sigma L = 16153m$			

### 1-16-2- تعیین دبی مصرفی لوله ها

طول کل لوله ها ÷ دبی لحظه ای ماکسیمم = دبی مصرفی در واحد طول لوله

$$q_L = \frac{Q_{\max}^s}{\sum L_i} = \frac{231}{16153} \Rightarrow q_L = 0.0143 \text{ lit/sec.m}$$

طول لوله × دبی مصرفی در واحد طول لوله = دبی مصرفی لوله

$$Q_5 = q_L \times L_5 = 0.0143 \times 780 \Rightarrow Q_5 = 11.154 \text{ lit/sec}$$

### جدول دبی مصرفی لوله ها در شبکه آبرسانی حلقوی

لوله	دبی مصرفی لوله ) (lit/sec	لوله	دبی مصرفی لوله ) (lit/sec
1	15.444	15	6.006
2	10.0815	16	12.012
3	6.006	17	6.864
4	8.151	18	9.6525
5	11.154	19	8.58
6	2.574	20	7.5075
7	7.0785	21	9.009
8	9.867	22	13.0845
9	4.719	23	5.4054
10	4.9335	24	9.2235

7.0785	25	5.3625	11
13.9425	26	4.0755	12
5.3625	27	6.435	13
14.3	28	7.0785	14
$\Sigma Q = 231 \text{ lit/s}$			

### 1-16-3- تعیین دبی مصرفی گره ها

مجموع نصف دبی مصرفی هر یک از لوله های متصل به گره = دبی مصرفی گره

$$Q_2 = \frac{4.9335}{2} + \frac{10.0815}{2} + \frac{15.444}{2} \Rightarrow Q_2 = 15.229 \approx 15.3 \text{ lit/sec}$$

جدول دبی مصرفی گره ها در شبکه آبرسانی حلقوی

دبی مصرفی گره (lit/sec)	شماره گره	دبی مصرفی گره (lit/sec)	شماره گره
11.26	10	22.31	1
8.79	11	15.3	2
17.6	12	15.23	3

8.26	13	11.37	4
13.75	14	9.656	5
10.856	15	14.05	6
13.2	16	13.8	7
9.33	17	7.3	8
19.52	18	8.9	9
$\Sigma Q = 23 \text{ lit/s}$			

\*تذکر این که قطر اولیه لوله ها را می توان با استفاده از جدول دبی تقریبی لوله ها و از رابطه ذیل و با توجه به سرعت بهینه یا اقتصادی که حدود 1/2 متر بر ثانیه می باشد.

### 1-16-4- دبی تقریبی لوله ها در شبکه آبرسانی حلقوی

جدول دبی تقریبی لوله ها در شبکه آبرسانی حلقوی

دبی تقریبی لوله (lit/sec)	لوله	دبی تقریبی لوله (lit/sec)	لوله
13.73	15	46.56	1
14.83	16	9.91	2
24.06	17	90.94	3
8.76	18	13.15	4
24.27	19	73.50	5
9.27	20	12.58	6

4.16	21	36.64	7
1.57	22	26.85	8
.49	23	26.85	9
1.08	24	44.47	10
3	25	3.20	11
8.09	26	30.96	12
8.09	27	55.89	13
		12.93	14
$\Sigma Q = 231 \text{ lit/s}$			

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = AV \Rightarrow A \\ A = \frac{\pi D^2}{4} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{V} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \Rightarrow D_1 = \sqrt{\frac{4 * 46.46 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.2}} \Rightarrow D_1 = 0.222m$$

قطر به دست آمده برای لوله را به قطر تجاری موجود در بازار تبدیل می کنیم:

$$D_{1-2} = 0.222m \rightarrow D_{1-2} = 250mm$$

### 1-16-5- تعیین قطر بهینه و قطر تجاری لوله ها

جدول قطر تجاری لوله ها در شبکه آبرسانی حلقوی

قطر تجاری (mm)	لوله	قطر تجاری (mm)	لوله
150	15	250	1
150	16	100	2
200	17	350	3
100	18	150	4
200	19	300	5
100	20	150	6



80	21	200	7
80	22	200	8
80	23	200	9
80	24	200	10
80	25	80	11
80	26	200	12
80	27	250	13
		150	14

### 1-17- تعیین فشار در گره ها

از روش هاردی کراس استفاده کرده و مقادیر  $\alpha_i$  را از رابطه ذیل به دست آورد.

$$\alpha_i = \frac{8fL_i}{g\pi^2 D^5} \Rightarrow \alpha_{1-2} = \frac{8 \times 0.02 \times 1080 \times 1.1}{9.81 \times \pi^2 \times (0.250)^5} \Rightarrow \alpha_{1-2} = 2010.33$$

که در آن  $L_i$  طول معادل می باشد. سپس با در اختیار داشتن مقادیر  $\alpha_i$  برای تمامی لوله های یک حلقه مقادیر  $h_i$  و  $h'_i$  را از روابط ذیل به دست می آوریم:

$$h_i = \alpha_i Q_i^2 \Rightarrow h_{1-2} = 2010.33 \times (46.56 \times 10^{-3})^2 \Rightarrow h_{1-2} = 4.33$$

$$h'_i = 2\alpha_i Q_i \Rightarrow h'_{1-2} = 2 \times 2010.33 \times (46.56 \times 10^{-3}) \Rightarrow h'_{1-2} = 8.67$$

با استفاده از مقادیر  $h_i$  و  $h'_i$  و رابطه روبرو مقدار  $\Delta Q$  (خطای محاسباتی) را به دست می آوریم:

$$\Delta Q_i = - \frac{\sum h_i}{\sum h'_i}$$

حال این مقدار خطای  $\Delta Q_i$  را به  $Q_i$  اولیه فرضی اضافه می کنیم:

$$Q_{i+1} = Q_i + \Delta Q$$

پس از اتمام عملیات یک حلقه سراغ حلقه بعدی رفته، عملیات فوق را بروی حلقه بعدی انجام می دهیم و در نظر داریم که آخرین دبی های جدید حلقه های قبل که مشترک با حلقه جدید هستند، در حلقه مورد محاسبه قرار می دهیم. محاسبات فوق تا زمانی ادامه خواهد داشت که مقدار  $\Delta Q_i$  بسیار کوچک شود و قابل چشم پوشی شود.

\*توجه شود که علامت  $Q_i$  وابسته به جهت های فرضی است.

در پروژه حاضر عملیات فوق را تا 12 سیکل با برنامه Excel انجام داده و تنها یک سیکل را در جداول ذیل می آوریم.

در مرحله بعد با توجه به دبی های به دست آمده برای لوله ها سرعت را برای لوله ها به دست می آوریم و در مرحله بعد با توجه به افت فشارهای در لوله ها، فشار در گره ها به دست می آوریم. سرعت ها و فشار های به دست آمده را با حداقل ها و حداکثر ها مقایسه کرده تا در رنج مورد نظر قرار داشته باشند.

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = AV \Rightarrow A \\ A = \frac{\pi D^2}{4} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V_{1-2} = \frac{4 \times 45.6 \times 10^{-3}}{\pi \times (0.250)^2} \Rightarrow V_{1-2} = .93 \text{ m/s}$$

## 18-1- محدودیت سرعت:

محدودیت سرعت در لوله ها بین 3 تا 2.5 متر بر ثانیه می باشد  
اگر از 3 کمتر باشد خطرناک می باشد زیرا باعث ماندابی شدن اب در لوله ها و ایجاد رسوب فلزات سنگین و غیره میشود.

اگر از 2.5 بیشتر باشد باعث ضربه به اتصالات و ایجاد کاویتاسیون میگردد.  
علاجهت طراحی معمولا سرعت را بین 7 تا 2.5 متر بر ثانیه میگیرند

شماره حلقه	نام لوله	قطر لوله (mm)	طول لوله (m)	$a_i$	$Q_i$	$h_i = a_i Q_i^2$	$h_i = 2a_i Q_i$	$Q_{i+1}$
I	9	200	330	1874.595938	-18.720	-0.656930401	70.1848719	-19.113
	8	200	690	3919.609688	-18.720	-1.373581748	146.7501867	-19.113
	7	200	495	2811.893906	33.610	3.176405618	189.0155084	33.217
	17	200	480	2726.685	23.100	1.454986383	125.972847	22.707
	18	100	675	122700.825	-4.040	-2.002673785	991.422666	-4.433
						0.598206067	1523.34608	
						-0.000392692	-0.392692163	
II	7	200	495	2811.893906	-33.217	-3.102556818	186.8053598	-33.261
	5	300	780	583.4881481	-62.235	-2.259963509	72.6267698	-62.279
	3	350	420	145.3626322	105.180	1.608122438	30.57848332	105.136
	4	150	570	13644.64593	17.520	4.188229525	478.1083932	17.476
	6	150	150	3590.696296	-10.510	-0.396628672	75.47643615	-10.554
						0.037202964	843.5954423	
						-4.41005E-05	-0.04410048	
III	3	350	420	145.3626322	-105.136	-1.606777266	30.56569141	-100.758
	1	250	1080	2010.330317	43.490	3.802298756	174.858531	47.868
	2	100	705	128154.195	-10.960	-15.39408695	2809.139954	-6.582
						-13.19856546	3014.564177	
						0.004378267	4.378266538	
IV	17	200	480	2726.685	-22.707	-1.405900188	123.8296726	-22.870
	6	150	180	4308.835556	10.467	0.472067789	90.20116352	10.304
	15	150	420	10053.94963	16.060	2.593150883	322.9328621	15.897
	16	150	840	20107.89926	-8.680	-1.514977389	349.0731311	-8.843
						0.144341095	886.0368294	
						-0.000162906	-0.162906428	
V	15	150	420	10053.94963	-15.897	-2.54077995	319.6552745	-16.289
	4	150	570	13644.64593	-17.476	-4.167219172	476.9076644	-17.868
	13	250	450	837.637632	64.700	3.506426515	108.3903096	64.308
	14	150	495	11849.29778	17.720	3.720660543	419.9391132	17.328
						0.519087937	1324.892362	
						-0.000391796	-0.391796309	

VI	13	250	450	837.637632	-63.308	-3.357170264	106.0583264	-64.937
	2	100	705	128154.195	6.582	5.551988819	1687.021823	4.953
	10	200	345	1959.804844	42.450	3.531573228	166.3874312	40.821
	11	80	375	208029.5563	2.570	1.374014416	1069.271919	0.941
	12	200	285	1618.969219	-34.980	-1.980971384	113.2630865	-36.609
						5.119434816	3142.002586	
						-0.001629354	-1.629354106	
VII	27	80	375	208029.5563	-4.680	-4.556346553	1947.156647	-3.585
	18	100	675	122700.825	4.433	2.411253913	1087.865514	5.528
	25	80	495	274599.0143	3.360	3.100113032	1845.305376	4.455
	26	80	975	540876.8463	-4.680	-11.84650104	5062.607281	-3.585
						-10.89148065	9942.934819	
						0.001095399	1.095398979	
VIII	25	80	495	274599.0143	-4.455	-5.449973501	2446.677217	-3.987
	16	150	840	20107.89926	8.843	1.572410556	355.6283063	9.311
	23	80	375	208029.5563	1.430	0.42539964	594.9645309	1.898
	24	80	645	357810.8368	1.860	1.237882371	1331.056313	2.328
						-2.214280935	4728.326367	
						0.000468301	0.468301205	
IX	23	80	375	208029.5563	-1.898	-0.749406506	789.6801956	-4.440
	14	150	495	11849.29778	-17.328	-3.557865221	410.6492638	-19.870
	12	200	285	1618.969219	36.609	2.169773115	118.5376883	34.067
	21	80	630	349489.6545	7.550	19.92178403	5277.293784	5.008
	22	80	915	507592.1173	0.430	0.093853782	436.5292209	-2.112
						17.8781392	7032.690152	
						-0.002542148	-2.542148	
X	21	80	630	349489.6545	-5.008	-8.765222903	3500.48838	-4.785
	11	80	375	208029.5563	-0.941	-0.18420622	391.5116249	-0.718
	19	200	600	3408.35625	22.880	1.78425541	155.966382	23.103
	20	100	525	95433.975	7.880	5.925915417	1504.039446	8.103
						-1.239258295	5552.005833	
						0.000223209	0.223209113	

## 1-19- طراحی شبکه های آبرسانی توسط نرم افزار های کامپیوتری:

برای طراحی شبکه حلقوی از نرم افزار EPANET 2 استفاده شده است.  
در ادامه خروجی این نرم افزار قرار دارد.

## 1-20- تجهیزات شبکه آبرسانی:

- شیرهای قطع و وصل:

شیرهای قطع و وصل بایستی به تعداد کافی و به نحوی روی خطوط لوله پیش بینی گردند که هنگام تعمیرات و قطع آب، احتمال آلودگی به حداقل ممکن برسد. به منظور تامین این هدف ضمن در نظر گرفتن راه حل های مختلف و مقایسه اقتصادی رعایت نکات ذیل ضروری است. (آیین نامه: بند 3-6-1)

1 - معمولاً در هر چهارراه دو عدد شیر و در هر سه راه یک عدد شیر در نظر گرفته شود مگر در مواردی که با توجیهات کافی ضرورت شیرهای اضافه تری ایجاب نماید.

2 - شیرها طوری در نظر گرفته شوند که ترکیدگی یک لوله باعث قطع آب در لوله های تغذیه کننده اصلی نشود مگر آنکه قطع آب در اثر خرابی خود تغذیه کننده باشد.

3 - شیرها به نحوی تعبیه شوند که ترکیدگی یک لوله باعث قطع آب در طول بیش از 200 تا 400 متر (بسته به درجه تراکم شهر) نشوند.

4 - توصیه می شود شیرهای قطع و وصل در اقطار بزرگ (بیش از 400 میلیمتر) و شیرهای مجهز به کنارگذر و چرخ دنده در داخل حوضچه نصب گردند.

- شیرهای تخلیه:

در نقاط پست شبکه و خطوط انتقال، تعبیه شیر جهت تخلیه آب داخل لوله ضروری می باشد.  
(آیین نامه: بند 3-6-4)

- شیرهای تخلیه هوا:

در نقاط مرتفع خطوط شبکه شهری که امکان تخلیه هوا از طریق انشعابات منازل میسر نباشد، وسائل لازم جهت تخلیه هوا می باید پیش بینی گردد. (آیین نامه: بند 3-6-3)  
\*در مسیر های با شیب کم نیز در فواصل حدود 800 متر شیر هوا می باید در نظر گرفته شود.

### - شیرهای فشار شکن:

با توجه به مشکلات دوره بهره برداری، توصیه می شود که استفاده از شیرهای فشار شکن در خطوط انتقال و شبکه توزیع به حداقل ممکن تقلیل یابد. در نقاطی که تعبیه شیرهای فشار شکن ضروری است دو شیر فشار شکن (یکی به عنوان یدک) به منظور انجام تعمیرات و سایر مسائل بهره برداری در نظر گرفته شود. (آیین نامه: بند 3-6-5)

### - زهکشی و تهویه حوضچه ها:

جهت جلوگیری از آلودگی آب مشروب شبکه، زهکش حوضچه شیرها، کنورها و سایر لوازم نباید مستقیماً به مجاری آب های سطحی و فاضلابروها متصل گردند. در ساختمان حوضچه ها تدابیر لازم جهت تهویه هوا می باید پیش بینی گردد. (آیین نامه: بند 3-6-6)

## 1-21- چگونگی ترسیم خطوط فشار:

### - خط فشار استاتیکی:

خطی است که در لوله ها هیچگونه جریانی برقرار نیست این خط ماکزیمم خط فشار را داراست و در آن هیچگونه افتی ایجاد نمی شود. طبق کتاب منروی ماکزیمم فشار استاتیکی بین 50 تا 60 متر می باشد. که در نقشه مشخص شده است.

### - خط فشار دینامیکی:

این خط، خطی است که در لوله ها آب جریان دارد و میزان افت در هر لوله ایجاد می گردد که طریقه رسم آن به دو روش زیر است ضمناً خط مزبور در هر نقطه فشار آب را نشان می دهد. الف- فشار هر نقطه را داریم و رقوم ارتفاعی آن را با توجه به این و فاصله نقطه ابتدا نقطه رقوم ارتفاعی و فاصله را پیاده کرده و از نقطه ارتفاعی به اندازه فشار روی نقطه بالا رفته و نقطه فشار را بدست می آوریم. ب- با توجه به خط فشار استاتیکی و میزان افت هر نقطه به این ترتیب که ابتدا فاصله نقطه را روی خط فشار استاتیکی مشخص کرده و به میزان افت نقطه از آن پایین می آییم، نقطه بدست آمده نقطه فشار دینامیکی می باشد.

\*خط فشار دینامیکی در حالت آتش نشانی که در این حالت دبی آتش نشانی یعنی  $30 \text{ lit/sec}$  بر دبی های هر لوله اضافه شده و آن را ترسیم می نمائیم که در شکل نشان داده شده است.

\*رقوم ارتفاعی و فاصله هر نقطه را نیز پیاده می نمائیم تا خط زمین طبیعی بدست بیاید و بروی آن فشار حداقل که 15 متر می باشد را مشخص می نمائیم.

## 1-22- تفاوت روش دستی با نرم افزار

دلیل این تفاوتها این است که در روش دستی اعداد محاسبه شده با کمی تقریب بوده و اعداد کامل نبوده است مثلاً اگر عددی  $4/25124$  بوده به  $4/25$  گرد شده است و همین امر در محاسبات اختلافاتی پدید می آورد ولی در برنامه loop این طور نیست بلکه اعداد به همان صورت که است ضرب و جمع شده است. اشکال دیگر نیز در همان دبی فرضی اولیه است که فرض می شود و چون سیکل حلقه در روش دستی صفر نمی شود خود دلیل بر وجود این اختلاف عدد است که در epanet اینطور نیست. در این پروژه سیکل تا 12 مرحله و تا  $\Delta Q = 10^{-10}$  ادامه داده شده است. ولی در epanet اینطور نیست و حلقه کامل می شود.

## فصل دوم:

# مبانی طراحی و گزارشی از اجرای شبکه جمع آوری فاضلاب



## مبانی طراحی شبکه جمع آوری و دفع فاضلاب SEWERAGE SYSTEM

مقدمه :

مسئله بیرون راندن فاضلاب از محیط زیست انسان از زمانی به وجود آمد که مردم به زندگی گروهی روی آوردند . با پیدایش شهرها و گسترش شبکه های آبرسانی انسان برای پاکسازی و پاک نگهداری زندگی خویش ، بیرون راندن پساب های به دست آمده را پسندیده و لازم دید . پس از پیشرفت تکنیک شبکه های آبرسانی ساختن شبکه های دفع فاضلاب ها نیز مورد توجه قرار گرفت .

قدیمی ترین کانالیزاسیون را می توان در آثار تمدن هندیان مشاهده نمود . در این آثار که تاریخ آن ها به حدود 7000 سال پیش نسبت داده می شود . باقیمانده فاضلابروهایی با دیواره آجری و یا سفالی برای هدایت فاضلاب های خانگی دیده می شود .

در خرابه های شهر بابل و نینوا نیز در جزیره کرت آثاری از مجراهای فاضلاب و آبریزگاههای همگانی دیده شده اند . در شهرهای یونان و رم قدیم آثار فاضلاب روهایی به قطرهای 2 تا 3 متر دیده می شوند که ساختمان آن ها را به 2000 سال قبل از میلاد نسبت می دهند . در اورشلیم آثار کانالهای هدایت فاضلاب به بیرون شهر و جمع آوری آن در دریاچه های فاضلاب و حتی استفاده از فاضلاب به عنوان کود در کشاورزی دیده شده است که تاریخ ایجاد آن به حدود 3000 سال پیش می رسد . در شهر بمبئی باقیمانده گندابروهایی مشاهده می شود که ساختمان آن ها را به حدود 1900 سال پیش مربوط می دانند .

تاحدود یک صد سال پیش گندابروها و به ویژه کانال های فرعی فاضلاب به صورت روباز ساخته می شدند . بعد از آشکار شدن اثر این قبیل کانال ها در بخش بیماری های واگیر ، کوشش به عمل آمد که تمام گندابروها و فاضلابروها در زیر زمین ساخته شوند . قرار گرفتن فاضلابروها در زیر زمین موجب شد که در پائین رفتن سطح آب زیرزمینی تاثیر نیکویی بنماید و این خاصیت نیز جزء محاسن شبکه های جمع آوری فاضلاب قرار گیرد .

کانال های اصلی شبکه جمع آوری فاضلاب ( اگو ) برای اولین بار در سال 1789 میلادی در شهر پاریس به طول 36 کیلومتر ساخته شدند .

شهر لندن پس از کشتاری که بیماری وبا در آن انجام داد و طی آن 25 هزار نفر تلف شدند در سال های 1832 تا 1848 دارای شبکه زیرزمینی جمع آوری فاضلاب شد .

هامبورگ در سال 1842 -برلیندرسال 1852 وفرانکفورت در سال 1866 دارای شبکه کانالیزاسیون شدند .

به طور کلی مسئله جمع آوری فاضلاب در جهان به اوائل قرن هجدهم مربوط می شود . در ایران تا گذشته نزدیک مسئله دفع فاضلاب بسته به وضعیت سطح آب زیرزمینی به دو گونه حل می گردد :

الف ) شهرهایی که عمق سطح آب های زیرزمینی و نفوذ پذیری زمین نسبتا زیاد است . در این شهرها از روش سنتی یعنی چاه های جاذب جهت دفع فاضلاب استفاده می گردد .

ب ) شهرهایی که سطح آب زیرزمینی بالا و یا زمین از نفوذ پذیری کمی برخوردار است . در این شهرها به ناچار از زهکشهای طبیعی و یا ساختن فاضلابروهای موضعی و کوتاه ، فاضلابهای خانگی و سطحی را جمع آوری و بدون تصفیه به بیرون از شهر منتقل می کرده اند .

در 20 - 30 سال اخیر در بعضی از شهرها نظیر اصفهان و اهواز اقدام به ایجاد شبکه جمع آوری فاضلاب گردید و هماکنون طر حشبه های جمع آوری فاضلاب در بسیاری از شهرهای ایران که در این مورد با مشکلات حادی روبرو هستند ، در دست تهیه و یا اجرا می باشد .

پروژه های شبکه های جمع آوری فاضلاب :

پس از احداث و برقراری شبکه تامین آب آشامیدنی ، پروژه بهسازی محیط جهت دفع فاضلاب بایستی احداث گردد . زیرا حاصل فعل و انفعالات انسانی و استفاده از شبکه های توزیع آب ، تولید آب کثیف و آلوده خواهد بود . پروژه های بهسازی محیط از پر هزینه ترین پروژه ها می باشند . ( شبکه جمع آوری فاضلاب تهران 3000 میلیارد تومان ) و گذشته از آن پیاده کردن و احداث آن در یک مرحله بسیار مشکل می باشد . این گونه پروژه ها اغلب به صورت مرحله ای احداث می شوند .

برای انجام پروژه های انتقال و تصفیه فاضلاب و منطقه ای لازم است که اصول زیر مورد ملاحظه قرار گیرند .

1- جمعیتنهای شهر که باید از این اماکن استفاده نمایند .

2- اعتبار و پول موجود برای این هدف .

3- کیفیت فاضلابی که می بایست جمع آوری و تصفیه گردد .

- 4- مقادیر ریزش بار اندر هر منطقه .
- 5- میزان فاضلابیکه قرار است تولید شود .
- 6- منابع مختلف تولید کننده فاضلاب .
- 7- تاسیسات کنونی دفع فاضلاب .
- 8- نقشه آبی منطقه .
- 9- روش های تصفیه .
- 10- گسترش آتیشهر .

### مراحل مختلف خدمات مهندسی طرح های شبکه جمع آوری فاضلاب :

- فاز صفر ( مرحله شناسائی )
- فاز یک ( مرحله توجیهی )
- فاز دو ( مرحله تشریحی )
- فاز سه ( مرحله اجرایی )
- فاز مرحله بهره برداری و نگهداری از سیستم

### الف ( مطالعات فاز صفر :

برای شروع مطالعات از فاز صفر استفاده می کنیم . این مرحله یک مرحله شناسائی است و در حقیقت یک بررسی کلی در جمع آوری اطلاعات و حدود و نیازهای طرح در این مرحله مشخص می شود .

در این مرحله خلاصه گزارش چند صفحه ای شامل خلاصه ای راجع به تعداد جمعیت ، میزان آب مصرفی ، مساحت عملیات و برآورد در مورد کل هزینه در فاز یک تهیه می گردد .

هزینه ها براساس سرانه حساب می شوند و هرچه جمعیت بیشتر باشد هزینه کمتر خواهد بود .

یعنی در جمعیت های کوچکتر هزینه به مراتب بیشتر است . در حال حاضر برای جمعیت های بالای 8 هزار نفر هزینه سرانه هشت هزار تومان می باشد ( سال 1373 )

گزارش تهیه شده در این مرحله بایستی قادر باشد به سوالات زیر پاسخ دهد :

- آیا داده‌های مطالعات در مرحله بعدی قابل توجیه است؟

- چگونگی مطالعات اضافی مورد نیاز است؟

- برآورد هزینه، ظرفیت و بازده تقریبی پتر حقه قدر است؟

ب ( مطالعات فاز یک :

مطالعات فاز یک ، یک سری مطالعات مقدماتی است ، یک بررسی همه جانبه است و فاقد جزئیات اجرایی است . مرحله ای است که با بررسی جزئیات کافی امکان یا عدم اجرای گزینه های طرح اجرایی مورد بررسی قرار گرفته و در صورت تایید ، گزینه برتر انتخاب می گردد . توجیه بهداشتی ، فرهنگی نیز لازم است صورت گیرد .

مطالبی که در یک گزارش مرحله توجیهی مد نظر قرار می گیرد عبارتست از : هدف طرح ، جمع آوری کلیه اطلاعات و آمارهای موجود و تکمیل آن ها ، توصیف و تحلیل داده های موجود ، انجام مطالعات و آزمایش های لازم برای تعیین مشخصات لازم برای طراحی ، تهیه نقشه ، برآورد کلی ابعاد و حجم کار و هزینه برای روش های مختلف جمع آوری ، تامین هزینه اجرایی کار ، قابلیت اجرایی هر گزینه ، اثرات زیست محیطی ناشی از اجرا و بهره برداری طرح .

پس از انجام مطالعات این مرحله است که می توان تصمیمات اصلی و تعیین کننده را درباره این طرح اتخاذ کرد . این مرحله شامل نکات زیر است :

- مطالعه و بررسی مشکلات و شرایط فعلی ( به طور خلاصه )

- ارائه نیازمندی‌ها یا صلیج‌تهیه‌طر حاجرایی
- ارائه مناسبترین راه‌حل ممکن با توجه به امکانات فنی و اقتصادی
- ارائه برنامه‌ریزی دقیق با توجه به اولویت‌ها
- تعیین مبان‌ی‌طر حوا با فاضلاب و برآوردهای دقیق‌تر
- بررسی روش‌ها، منابع مختلف اقتصاد برای سرمایه‌گذاری
- جمع‌آوری و بررسی اطلاعات و نقشه‌ها
- بررسی جمعیت و نحوه توزیع آن
- بررسی تعیین نیاز آبی و میزان پساب
- مطالعات هیدرولوژی و هواشناسی
- تهیه گزارش مبان‌ی (تصویر گزارش مبان‌ی توسط کارفرما) جهت :
  - طراحی سیستم جمع‌آوری فاضلاب
  - طراحی سیستم جمع‌آوری آب‌های سطحی
  - طراحی سیستم تصفیه خانه فاضلاب
  - طراحی سیستم تلمبه‌خانه فاضلاب

بعد از این مراحل ، گزارش بایستی توسط کارفرما تأیید شود و این کار را کارفرما توسط کارشناس انجام می دهد و اگر مبان‌ی آن توسط کارفرما تأیید گردید طی نامه ای تأیید آن اعلام می گردد تا مطالعات فاز 2 شروع گردد . این مرحله ( فاز ) باید بتواند به سوالات زیر پاسخ دهد :

1- آیا طر حارز شا جرائیدارد؟ در غیر این صورت چه گزینه‌هایی برای اجرا مناسب است؟

2- گزینه‌بهتر از بین گزینه‌ها کدام است؟

3- برآوردهزینه و حجم سرمایه‌گذار چقدر است؟

ج ( مطالعات فاز دو :

این مطالعات در واقع تهیه طرح اجرایی است . در این مرحله با انجام نقشه برداری پروفیل طولی خیابان ها را مشخص می نمائیم .

تهیه مشخصات فنی مثل جمعیت و دبی و غیره ضروری است و نیز انجام آزمایش هایی برای اجرای عملیات .

گزارش فنی مرحله 2 شامل کلیه اطلاعات و نتایج حاصل از بررسی ها همراه با مبانی طراحی و اجرای کار است . اسناد و مدارک مناقصه در این مرحله تهیه می شود . جزئیات نقشه ها ، شرایط پیمان ، و بررسی بیشتر شامل مراحل زیر نیز در این مرحله تهیه می گردد .

1- بررسی کامل در مورد مصالح، وسایل مناسب عملی مربوط به زمینشناسی، هواشناسی، آب‌آشامیدنی ، آب های زیرزمینی ،

تامین و توزیع برق

2- انجام محاسبات فنی و تهیه نقشه های ترسیم اجرا یی و نهائی

3- تهیه مشخصات فنی و عمومی و خصوصیت طبقا ستاندارد مصوب سازمانیر نام هو بودجه

4- تهیه جدول مقادیر کارها

5- تهیه و آوردن هزینه عملیات براساس مقادیر کامل مختلف و سایر اطلاعات موجود برحسب انواع کار

6- گزارش نهایی مرحله دوم شامل کلیه اطلاعات و مدت لازم برای انجام پروژه و برنامه مالی و اجرای کار در مرحله سوم

7- تنظیم و تهیه اسناد و مدارک مناقصه مستعملبر :

- شرایط مناقصه طبق نمونه مصوب سازمان برنامه و بودجه
- شرایط پیمان طبق نمونه مصوب سازمان برنامه و بودجه
- مشخصات فنی، عمومی و خصوصیت طبق نمونه های مصوب سازمان برنامه و بودجه
- کلیه نقشه های تفصیلی - اجرای و نهایی ( برای تهیه پروپوزال نقشه 1/2000 و 1/1000 و جهت انجام کار نقشه ( پلان ) 1/5000 بایستی تهیه گردد )
- سایر اسناد و مدارک موجود مورد نیاز برای مناقصه

کارفرما بایستی مجدداً این فاز را مطالعه کرده و آن را توسط کارشناسان خود تایید نماید .

#### د ( مطالعات فاز سه :

این مرحله یک برنامه اجرایی توسط پیمانکار است و انجام مناقصه و نظارت در این مرحله صورت می گیرد .  
نظارت بر اجرا

شامل نظارت عالی و نظارت معمولی کارگاهی است . ( نظارت عالی به عهده مهندس مشاور است که خود طرح و اجرا داده است )

این مرحله شامل 3 قسمت به شرح زیر می باشد .

1- انجام مناقصه و تعیین پیمانکار یا پیمانکاران

2- نظارت اجرایی کار

3- نظارت در دوره نگهداری

برای انجام مناقصه غالباً پیمانکار با کارفرما مذاکره می کند و قرارداد می بندند .

**\*\* تعهدات کارفرما :**

1- عملیات نقشه برداری به عهده کارفرما است

2- آزمایشات فنی که شامل ژئوفیزیک-آزمایشات آب و فاضلاب-آزمایشات خاک-آزمایشات ژئوتکنیک-همگی جز

تعهدات کارفرما است .

ه ( مرحله بهره برداری و نگهداری از سیستم :

در این مرحله کارفرما موظف است که نظارت داشته باشد و مشاور بایستی در زمینه علمی کمک و راهنمایی نماید معمولاً راه اندازی تصفیه خانه به عهده پیمانکار است .



گروه هایی که در طرح شبکه و اجرا دخالت دارند عبارتند از : کارفرما  
پیمانکار وارگانهای پیچون سازمان حفاظت محیط زیست- مشاوریناقتصادی-وکیل حقوقیو . . .  
کارفرما یک شخصیت حقوقی برای اجرای طرح است و در کل بانی طرح است . قراردادهای را نیز کارفرما انجام می دهد و مهندسین مشاور مراحل فاز صفر و یک اجرا و نظارت را انجام می دهد .

## شبکه جمع آوری و دفع فاضلاب

### SEWERAGE SYSTEM

همان گونه که شهرها در حال رشد و گسترش هستند ، روش های جدید شهرسازی از جمله سیستم شبکه جمع آوری و دفع فاضلاب جایگزین شیوه های قدیمی گردیده است . حتی در شهرهای کوچک در صورت وجود امکانات مالی بخاطر جنبه های مثبت بهداشتی ، محیط زیست ، ایمنی و غیره سیستم فاضلاب مورد بهره برداری قرار میگیرد .

سیستم فاضلاب متضمن جمع آوری پساب از مناطق احداث شده و انتقال مواد به نقطه دفع می باشد . فضولات مایع اصولا قبل از این که در درون آب ها تخلیه شود لازم است که تصفیه گردیده و دفع فضولات باید به صورتی باشد که سلامتی جامعه را به خطر نیندازد و شرایط ناخوشایندی را به وجود نیارد .

### 1-1- تعاریف Definitions

فاضلاب مایعی است که به وسیله مجرا یا لوله های فاضلاب انتقال می یابد و ممکن است شامل فضولات انسانی

یا مخلوط مایع باشد که به طور جداگانه شرح داده خواهد شد. فاضلاب بهداشتی، هم چنین بعنوان فاضلاب خانگی معروف است و در تسهیلات و وسایل رفاه بهداشتی محل اقامت، ساختمان های کسب و کار، کارخانجات و موسسات آموزشی و غیره بوجود می آید. فضولات صنعتی، مواد زائد مایع از مراحل مختلف صنعتی است، مثل رنگ، جوشاندن و اختلاط مایعات و کاغذسازی. فاضلاب بارندگی Storm sewerage جریان آب در لوله های فاضلاب در دوره بارندگی است. نفوذ آب (تراوش) Infiltration عبارتست از آبی که از زمین به فاضلات نشت مینماید. سرازیر شدن Inflow، آبی است که از منابع سطحی، مانند درز و ترک منهولها، دریچه های بازدید، درپوشهای روزنه دار منهول و زهکش های بام و یا حوضچه های زیرزمینی متصل به لوله های فاضلاب وارد سیستم می گردد.

فاضلاب sewer لوله یا مجرایی است که معمولاً پوشیده می باشد و به طور عادی برای انتقال مواد با ظرفیت کامل در جریان نیست. کانال فاضلاب عمومی commonsewer آن است که تمام املاک و ساختمان های مجاور حق استفاده مساوی را دارند، مجرای فاضلاب بهداشتی یا خانگی sanitary sewer فاضلاب بهداشتی را انتقال میدهد و در طراحی آن آب های زیرزمینی و فاضلاب باران را در نظر نمی گیرند. ولی معمولاً هر نوع فضولات صنعتی که در ناحیه تولید می شود، را حمل می کند. گاهی به طور نادرست، مجرای فاضلاب مجزا، نامیده می شود. فاضلاب بارندگی storm sewer رواناب سطحی و آب شستشوی خیابان ها را انتقال میدهد. فاضلاب مشترک Combined sewer که برای انتقال فاضلاب بهداشتی، فضولات صنعتی و فاضلاب باران طراحی می گردد. سیستم فاضلابی که از مجراهای فاضلاب مشترک تشکیل گردیده باشد به سیستم مشترک معروف است، ولی چنانچه فاضلاب باران به طور جداگانه از فضولات صنعتی و بهداشتی انتقال یابد، به آن سیستم مجزا گفته می شود. اصطلاح شبکه جمع آوری و دفع فاضلاب sewerage برای فن جمع آوری، عمل آوردن و دور ریختن فاضلاب به کار برده می شود. کارهای فاضلاب اصطلاحات جامعی هستند که تمام سازه ها و روش های لازم برای جمع آوری، عمل آوردن و دفع فاضلاب پوشش می دهد.

## 1-2- انواع مجراهای فاضلاب Types of sewers

انواع اصلی مجراهای فاضلاب که سیستم جمع آوری پساب Waste Water – collection system را تشکیل می دهند و از کوچکترین مجرا شروع شده و به بزرگترین آن خاتمه می یابند، به شرح زیر می باشد:

1- لوله‌های فاضلاب ساختمان **Building sewers** : برای وصل نمودن لوله کشی ساختمان ها به فاضلاب جانبی **Lateral** یا انشعاب **Branch** بکار می روند .

2- لوله‌های جانبی یا انشعاب **Lateral or branch sewers** : انتهای فوقانی سیستم جمع آوری پساب را تشکیل می دهند و معمولا در خیابان ها برای انتقال پساب از لوله های ساختمانی به لوله اصلی ( شاه لوله ) **Main** کار گذارده می شوند .

3- لوله‌های اصلی **Main sewers** : برای انتقال پساب از یک یا چند لوله به لوله های بدنه **Trunk** فاضلاب به کار برده می شود .

4- لوله‌های بدنه **Trunk sewers** : لوله های بزرگتری هستند که برای انتقال پساب از لوله های اصلی به تسهیلات تصفیه خانه یا لوله های بسیار بزرگ حائل یا کنترل **Intercepting** بکار برده می شوند .

5- لوله‌های کنترل یا حائل **Intercepting sewers** : لوله های بسیار بزرگی هستند که برای انتقال دادن جریان فاضلاب از چندین لوله بدنه به تصفیه خانه یا دیگر مراکز عمل آوری فاضلاب بکار می روند و لوله های نهایی سیستم جمع آوری شبکه فاضلاب می باشند .

### 3-1- ملحقات فاضلاب **Sewer appurtenances**

شبکه های فاضلاب برای عملکرد صحیح نیاز به ملحقات گوناگونی دارند که شامل منهول **Manholes** ورودی **Inlets** ، چاهک جمع آوری فاضلاب **Cath basins** ، ایستگاه های تلمبه زنی **Pumping stations** ، سیفون وارونه **Inverted siphon** و تنظیم کننده **Regulator** می باشند .

### 1-3-A- منهول (MH) (Manholes)

منهول ها بعنوان وسایل دسترسی برای بازرسی و نظافت شبکه های فاضلاب بکار می روند . منهول ها در فواصل 90 تا 150 متری و در نقاطی که تغییراتی در جهت یا اندازه لوله یا تغییرات قابل ملاحظه ای در رقوم وجود دارد ، کار گذاشته می شوند . برای لوله های فاضلاب با قطر 1520 میلیمتر یا بیشتر که برای بازدید براحتی می توان وارد شد ، تعداد معدودی منهول مورد نیاز خواهد بود . طرح منهول ها معمولاً استاندارد شده است و بیشتر شهرهای بزرگ از این طرح های تصویب شده استفاده می نمایند .

شرح خطوط کلی برای لوله های فاضلاب که شبکه جمع آوری را تشکیل می دهند .

قاب منهول چدنی است که با دهانه ورودی 500 تا 600 میلیمتر منهول را می پوشاند . این قاب ها روی دیواره های آجر کاری یا اکثراً بتنی قرار می گیرند که پیشکردگی گردیده و قطر دهانه ورودی آن ها 1 متر و اغلب 1/25 متر می باشد . منهول بطرف پائین ادامه می یابد تا این که به لوله فاضلاب برسد . اگر عمق منهول کمتر از 4 متر باشد ضخامت دیوارهای آن 200 میلیمتر ساخته می شود ، برای هر 2 متر عمق اضافی 100 میلیمتر به ضخامت دیواره اضافه می شود . کف منهول معمولاً بتنی است و اندکی به سمت حرکت جریان که همان ادامه لوله های فاضلاب است ، شیب بندی می شود . در فاضلاب های بهداشتی کف منهول برای ادامه جریان از لوله ورودی به خروجی منهول ، به شکل جوی یا مقطع نیمه دایره ای آستر شده ساخته می شود و برای این که مواد فاضلاب در کف منهول پخش نشود ، عمق آن مساوی با قطر لوله فاضلاب در نظر گرفته می شود . هر جا که لوله های جانبی یا فرعی به یک لوله فاضلاب عمیق تر وصل گردند ، لوله بالایی در شیب مناسبی باقی می ماند و یک شیب شکن قائم در منهول ساخته می شود و بدین ترتیب در خاک برداری صرفه جویی شده و به عنوان « دهانه ریزش » نامیده می شود . در منهول های عمیق برای دسترسی به فاضلاب از پله نردبانی فولادی استفاده می شود . پله نردبان فولادی در زمان بتن ریزی و یا بعداً به وسیله پیچ به دیوار بتنی منهول نصب می گردد .

### B 3-1- ورودی ها Inlets

ورودی سوراخ یا روزنه ای است برای وارد شدن رواناب سطحی به فاضلاب مشترک یا بارندگی . ورودی ها در شیار آبروی کنار جدول پل و راه و در نقاط خیابان نصب می شوند .

اگر فاصله طولی آن ها بیش از 150 متر باشد ، گاهی در نقاط میانه بلوک ها قرار داده می شوند . سطح خیابان ها برای هدایت رواناب به سمت ورودی ها شیب بندی می گردند . ورودی ها برای جلوگیری از جمع شدگی آب و سیلاب در گذرگاه های عبور عابر پیاده نصب می شوند . برای اتصال ورودی ها به لوله فاضلاب از لوله 150 تا 200 میلی متر استفاده می شود و یا ممکن است ورودی مستقیماً به نزدیکترین منهول وصل گردد . ورودی های جدول خیابان به طور گسترده در بعضی شهرها مورد استفاده قرار می گیرد . برای محاسبه ظرفیت چنین ورودی هایی مطالعات زیادی صورت پذیرفته است ، اما روش های آنالیز برای بحث در این جا بسیار طولانی است و به آن اشاره نمی گردد . طول ورودی ، به مقدار آب باران ، عمق آب در شیار آبرو که به ورودی می رسد و تورفتگی داده شده به شیار آبرو بستگی دارد .

### C 3-1- چاهک های جمع آوری فاضلاب سطحی ( Catch basinsCB )

چاهک جمع آوری فاضلاب سطحی ورودی است با چاهکی که خرده سنگ و آشغال در آن ته نشین می شوند . لوله خروجی آب زانویی است که از پخش بوی فاضلاب به فضای آزاد ممانعت می کند و هم چنین مواد معلق که به وسیله رواناب به داخل آن انتقال یافته است را نگهداری می نماید .

چاهک ها ( CB ) استاندارد شده اند و در جدول بتنی دو طرف کنار خیابان نصب و فاصله آن ها طبق طراحی یا مشخصات تعیین می شوند . فاصله آن ها تا شیب متوسط 3 درصد نباید از 70 متر تجاوز نماید و در شیب های

تند تر از 3 تا 5 درصد این فاصله باید کاهش داده شود. هر کجا اتصالات از ساختمان ها به فاضلاب سطحی انجام می گیرد، فاصله گذاری چاهک ها متناسبند تا حداکثر 100 متر افزایش می یابد. مکان استاندارد برای چاهک ها در تقاطع خیابان بلافاصله بالا دست پیاده رو یا محل عبور عابر پیاده خواهد بود. چاهک ها اغلب پیش ساخته بوده و برای نصب و محل حمل می گردند و دارای ابعادی حدود  $1/5 \times 1 \times 1$  متر می باشند که بستگی به طراحی سیستم فاضلاب دارد. چاهک ها (CB) و اتصالات آن برای حداکثر جریان پیش بینی شده طراحی می گردند و آب از طریق جدول های بتنی از شیب عرضی خیابان وارد آن ها می شوند. روی چاهک ها پنجره مشبک فولادی برای ورود آب قرار می گیرد که به وسیله لوله های بتنی به قطر 200 تا 250 میلیمتر به لوله های اصلی فاضلاب وصل می گردند. در زمان اجرا باید کاملاً دقت شود که چاهکها طبق رقوم و شیب طرح شده نصب گردند تا رواناب مستقیماً و بدون مشکلی وارد سیستم شود، در غیر این صورت همیشه مقداری آب در اطراف چاهک ها باقی می ماند. برای جلوگیری از تولید پشه و بوی لازم است چاهک ها مرتباً تمیز شوند. به طور کلی، هر جا آب در امتداد شیار آبروی کنار جدول خیابان جریان دارد، جدول و شیار بتنی آبروی خیابان gutter&curb بهتر است یکپارچه ریخته شوند. این ترکیب وسیله فوق العاده ای برای تثبیت رقوم واقعی روکش خیابان می باشد. ماشین مخصوص به منظور ریختن جدول های کنار خیابان همان طور که در حرکت است بتن یا مواد آسفالتی را به وسیله فشار از قالب رد نموده و جدول خیابان ساخته می شود. مکان های طرح شده چاهک ها و ورودی های آب خالی می ماند که بعداً اجرا می گردند. از بالای جدول تا روی شیار آبرو 150 میلیمتر است. هر چه شیب عرضی خیابان بیشتر باشد آب باران سریع تر وارد چاهک یا ورودی ها می شود.

### 3-1-D- خروجی فاضلاب sewer Outlet

چنانچه مجرای خروجی فاضلاب عمل آمده را در رودخانه کوچکی تخلیه کند، هیچ سازه پیچیده ای به جز یک دیواره انتهایی آبروی بتنی مورد نیاز نخواهد بود، مشابه آن هایی که برای آبگذر بزرگراه که از نشست و برش زیر لوله به وسیله فاضلاب و رودخانه جلوگیری می کند به کار برده می شود. معمولاً در این گوه موارد کف بند بتنی روی خاک ریز زیر دیواره انتهایی آبرو در نظر گرفته می شود. بصلاح است که شیر یک طرفه یا دریچه باز و بست اتوماتیک روی مجرای خروجی تخلیه فاضلاب عمل آمده کار گذاشته شود که از برگشت سیلاب گل آلود

به تصفیه خانه فاضلاب زمانی که سطح رودخانه بالا آمده است جلوگیری نماید . در این روش فیلتر ها ممکن است بوسیله رسوب گذاری لای آسیب ببینند .

لوله های فاضلاب که در بندرگاه یا جریان های عظیم آب تخلیه می شوند اغلب به فاصله زیادی به آن طرف در آب های عمیق یا جایی که جریان ها سبب مخلوط شدن مایع فاضلاب و رقیق شدن آب و در نتیجه کاهش مسائل محیط زیست می گردند امتداد مییابند . لوله های بتنی مسلح پیش ساخته به طور گسترده برای دهانه های آب ریز به قطر 915 میلیمتری بزرگتر به کار برده میشوند . برای اندازه های 610 میلیمتری کمتر لوله چدن یا استفاده میشود . لوله فلزی موجودار، چدن شکوفولادی تا حدودی به کار می روند . لوله ها با قرار گرفتن در کانال لایروب یا به وسیله ردیف تیرهای پایه ( شمع ) در هر طرف با الوارهای عرضی که درست بالای لوله ها قرار گرفته اند در برابر امواج آب محافظت می گردند . دهانه های آبریز سوراخ های متعددی در خروجی دارند تا از این طریق در بخش فاضلاب در آب کمک گردد .

### اهمیت جمع آوری فاضلاب در جهان امروز :

با بزرگ شدن شهرها و افزایش جمعیت از یک سو و گسترش صنایع از سوی دیگر مسئله آلودگی محیط زیست روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می نماید .

وجود فاضلاب ها یکی از عوامل آلودگی محیط زیست می باشد و لذا بایستی آن ها را جمع آوری و از شهرها بیرون رانده و ابتدا آن ها را تصفیه نمود و سپس به گردش آب در طبیعت برگردانید . بنابراین جمع آوری گنداب ها و پساب ها از محیط زیست در شهرها از دیدگاه های زیر لازم و ضروری است .

الف ( بهداشت همگانی

ب ( استفاده مجدد از فاضلاب

ج ( حفظ زیبایی های محیط زیست

د ( تاثیر بر سفره های آب زیرزمینی

## سیستم های بهسازی محیط :

جهت جمع آوری و دفع مواد زائد از مناطق شهری دو روش زیر متداول است .

الف ( سیستم ساده و قدیمی ( سنتی )

ب ( سیستم انتقال به کمک آب

در روش اول که استفاده از چاه جهت دفع فاضلاب می باشد و کم کم منسوخ خواهد گشت اشکالات عمده ای دارد از جمله آلوده نمودن آب های زیر زمینی در اثر نشر فاضلاب و هم چنین مسدود شدن چشمه های خاک و گرفتگی چاه و نیاز به تخلیه فاضلاب مستراح ها و غیره .

در روش دوم انتقال و دفع فاضلاب با کمک آب صورت می گیرد . ظرفیت و حجم آبی که با مواد جامد مخلوط می گردد به حدی زیاد است که مجموعه مخلوط کم و بیش مانند آب عمل می کند . فاضلاب حاصل از توالت ها -دستشوییها-ظرفشوییها-

حمامو غیره،فاضلابمخلوطراتشکیل میدهند که توسط کانالها بیستهو زیرزمینی به نام فاضلابرو منتقل می گردند . لوله های فاضلاب رو در زمین با شیب خاصی به طور دقیق قرار داده می شوند تا در آن ها سرعت مناسبی برای جریان فاضلاب ایجاد گردد . سپس فاضلاب جریان یافته از شهر خارج می گردد و در صورت لزوم تسویه و استفاده مجدد از آن می گردد .

فاضلاب حاصل از بارندگی و سیلاب نیز ممکن است وارد لوله های فاضلابرو بشود . از آن جایی که سیلاب کثیف و آلوده نمی باشد می توان بدون هیچ مشکلی آن را از طریق کانال های سطحی روباز یا کانو ( Kinevo ) دفع نمود . در شهرهای بزرگ که قیمت زمین بالا است و سطح کانال های روباز خیلی زیاد می باشد از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست که اجازه داده شود سیلاب و آب باران وارد فاضلاب های زیرزمینی شده و به همراه فاضلاب انتقال یابد .

سیستم انتقال فاضلاب به کمک آب پیشرفته ترین روش دفع فاضلاب است . بنابراین از نقطه نظر بهداشتی به کارگیری آن پیشنهاد می گردد و هم چنین در شهرهای بزرگ به عنوان یک سیستم اقتصادی مطرح و مورد استفاده قرار می گیرد .



#### 1-4- مقدار فاضلاب Quantity of wastewater

پساب یا آب های زائد فاضلاب که باید از یک ناحیه دفع شوند عبارتند از :

1- فاضلاب بهداشتی domestic wastewater که از مناطق مسکونی ، تجاری ، آموزشی و غیره تخلیه می گردد .

2- فاضلاب صنعتی Industrial wastewater که در آن فضولات صنعتی فراوان تر است .

3- نفوذ آب-سرازیر شدن آب Infiltration – Inflow آب های بیرونی و نامربوط که از میان وسایل گوناگون بداخل شبکه فاضلاب وارد می شوند . آب باران از منابعی مانند ناودان بام و زهکش فونداسیون امکان نفوذ به مجراهای فاضلاب را دارد .

4- آب باران stormwater که حاصل رواناب و نازل آسمانی ( برف و باران ) است .

#### 1-4-A- برآورد فاضلاب بهداشتی Estimation of domestic wastewater

مقدار فاضلاب بهداشتی یا خانگی از یک ناحیه به طور کلی در حدود 60 تا 75 درصد آب تهیه شده و موجود در ناحیه است . بقیه در مراحل صنعتی ، برای آب پاشیدن چمن و غیره بکار می رود . به این دلیل ، اگر آب مصرفی ناحیه ای معلوم باشد ، مقدار تولید احتمالی فاضلاب بهداشتی می تواند برآورد شود . برآورد برای تسهیلات فاضلاب باید رشد آینده را در طراحی شبکه های فاضلاب پیش بینی نماید .

برآورد سیستم آبرسانی تمام مقدار آب از منابع خصوصی و عمومی را باید شامل گردد ، منابع و کارگاه های صنعتی اغلب آب را از چاه های خودشان فراهم می نمایند اما برای دفع آب مصرف شده از فاضلاب عمومی استفاده می کنند . در این حالت فاضلاب بهداشتی و صنعتی مخلوط شده ممکن است از آب موجود در سیستم

عمومی بیشتر شود. عکس آن، بعضی از کارگاه های صنعتی آب مورد نیاز خودشان را از آبرسانی عمومی تهیه می نمایند و امکان دارد که پساب آن را به فاضلاب عمومی تخلیه نمایند که در نتیجه نسبت فاضلاب به سیستم آبرسانی پائین خواهد بود. در هر حال، مطالعه دقیق شرایط محلی برای تخمین صحیح جریان فاضلاب ضروری است.

#### **4-1 B- برآورد فاضلاب صنعتی Estimation of industrial wastewater**

جریان های فاضلاب صنعتی با نوع و اندازه صنعت، نظارت بر صنایع، میزان دوباره مصرف آب، و روش هایی که در کارگاه برای تصفیه بکار می روند متغیراند.

#### **4-1 C- برآورد نفوذ آب - سراریزش Inflow - Estimation of infiltration**

همیشه مقداری آب زیرزمینی از لوله های شکسته، اتصالات معیوب و نادرست و دیگر نقاط وارد لوله های فاضلاب می گردد.

مقدار نفوذ آب به سیستم فاضلاب اکثرا بستگی به سطح آب زیرزمینی و دقت لازم در اجرای فاضلاب دارد. اگر سفره آب زیرزمینی پائین تر از فاضلاب است، نفوذ آب (تراوش) فقط زمانی رخ می دهد که آب از میان خاک به طرف پائین در حرکت است. چنانچه آب زیرزمینی بالای سطح لوله های فاضلاب قرار گرفته باشد، ممکن است میزان نفوذ آب در شبکه فاضلاب حدود 3 تا 15 متر مکعب در روز در هر هکتار باشد. تخمین سراریز شدن آب Inflow از ناودان پشت بام و سایر منابع بستگی به مقدار بارندگی و شرایط محلی دارد.

#### **4-1 D- تغییر در میزان جریان فاضلاب Variation in wastewater flow rates**

جریان فاضلاب صنعتی و بهداشتی در سر تا سر روز و سال تغییر می کند. حداکثر مصرف روزانه آب از ناحیه کوچک مسکونی معمولا در وسط صبح رخ می دهد و از 200 تا بیش از 500 درصد میزان جریان نوسان دارد، در واقع بستگی به تعداد افراد ناحیه دارد.

پساب فاضلاب صنعتی و تجاری تا اندازه ای یکنواخت تر در سرتاسر روز با حداکثر میزان متفاوت از 150 تا 250 درصد میزان جریان متوسط وارد شبکه فاضلاب می گردد .

جریان اوج در تصفیه خانه شهر معمولاً بین 150 تا 250 درصد جریان متوسط تغییر می کند .

به دلیل این که نوسان در جریان های فاضلاب فقط به عنوان راهنما هستند ، بهترین منبع اطلاعات در مورد اندازه گیری واقعی در سیستم یا سیستم های مشابه باید در محل برآورد و تهیه گردد . در صورت عدم وجود اطلاعات مشخص برای تخمین حداکثر پساب فاضلاب بهداشتی و نفوذ آب مورد استفاده قرار می گیرند .

## 5-1- جریان در فاضلاب ها Flow sewers

اکثر فاضلاب ها بنابر اصول جریان در کانالهای باز طراحی می گردند ، اگر چه ممکن است گاهی با ظرفیت کامل جریان داشته باشد ، استثنائاتی هم وجود دارد ، مانند سیفون های وارونه و خطوط تخلیه از ایستگاه های تلمبه زنی فاضلاب که همیشه تحت فشار قرار دارند .

طبیعی است که گهگاه به خطر فیت فاضلابها یا سطح فشار آورد همیشود، و رودیها فاضلاب سرریز میگردند و آباز منھولها بالامیآید، فاضلابها در چنین شرایطی «سربار» یا پر نامیده می شوند . فاضلاب های بهداشتی ممکن است به وسیله موانع و بسته شدن لوله ها ، نفوذ و سرازیر شدن آب در خلال بارندگی شدید و بالاخره افزایش جریان های آب از جریان طرح « سربار » شوند .

## 6-1- سرعت لازم در فاضلاب ها Required velocities in sewers

محاسبه سرعت جریان در فاضلاب یکی از نکات مهم طراحی است . تجربه نشان داده است که برای جلوگیری از

سرعت مناسب در این موارد 0.9 متر در ثانیه است و حداقل سرعت مجاز 0.75 متر در ثانیه می باشد . در طراحی از سرعت های بسیار زیاد به دلیل خصلت سائیدگی جامدات باید اجتناب ورزید ، از این رو حد نهایی سرعت مناسب جریان 0.4 متر در ثانیه منظور می شود . در مناطق خیلی مسطح که بدست آوردن حداقل شیب برای فاضلاب ها دشوار است . معمولا از لوله های بزرگتر استفاده می شود ، چرا که این لوله ها سرعت 0.6 متر در ثانیه را در شیب های کم تامین می کنند . به هر حال ، زمانی که لوله ها با جریان کامل یا 78 درصد پر می باشند سرعت منظم 0.6 متر در ثانیه حاصل می شود . لوله هایی که کمتر از 78 درصد پر در جریان اند ، سرعت هایی کمتر از لوله های با کاربری کامل خواهند داشت ، بنابراین استفاده لوله های بزرگتر برای جریان های کم مناسب نیست . در تعیین سرعت جریان فاضلاب ها لازم است ته نشینی مواد ، سائیدگی و نظافت بیش بینم شود .

اکثر لوله های فاضلاب سطح مقطع دایره ای دارند . مقطع دایره ای امتیازها یی مثل ، حداکثر سطح مقطع عرضی برای مقدار مصالح مصرفی در دیواره ، سهولت در تولید لوله پیش ساخته بتنی و سفالی و کیفیت مرغوب هیدرولیکی را دارد . در اجرا نسبتا محکم است و برای کار گذاشتن لوله ها زیرسازی لازم است . لوله های مقطع تخم مرغی سابقا بیشتر مورد استفاده قرار میگرفت و بخصوص برای فاضلاب های مشترک بکار می رفتند . از آن جایی که انتهای کوچک لوله تخم مرغی پائین قرار می گیرد ، مشکلاتی را در اجرا بوجود می آورند و بنحوی

غیر پایدارند . مقطع مستطیلی برای اندازه های بزرگ یا متوسط فاضلاب های سطحی رایج است و برای طراحی و اجرا راحت می باشد . شکلهای دیگر فاضلابها نیمه بیضی، نعلاسبی و دستهبندی میباشند .

## 9-1- طراحی شبکه های فاضلاب Design of system

طراحی شبکه های فاضلاب سطحی و بهداشتی مستلزم بررسی های مقدماتی ، جزئیات نقشه برداری ، طراحی اصلی ، تهیه نقشه های نهایی و تطابق اصلاح پلانها با تغییرات بوجود آمده در زمان اجرا می باشد .

### 9-1 a تحقیقات مقدماتی Preliminary investigations

تحقیقات مقدماتی برای دستیابی به برآورد هزینه ای که بعنوان مبنا تامین خواهد شد ، به منظور صدور تعهدنامه ، ارزیابی ها و یا سایر افزایش بودجه ضروری است .

اصولا نقشه های جزئیات خیابان ها و خصوصیات توپوگرافی در دسترس می باشند .

شهرهای کوچک که فاقد نقشه رسمی اند ، امکان ترسیم و تهیه آن به وسیله شرکت ها ، سازمان های برق ، مخابرات ، آب ، گاز و یا شهرداری محل وجود دارد و اجازه کپی برداری از نقشه را خواهند داد . پیش بینی جمعیت ، تراکم آن و تولید فضولات برای دوره برنامه ریزی که اصولا 20 سال یا بیشتر است می بایستی برآورد گردد .

مکان های آینده دفع فاضلاب ، انتخاب و مناسب بودن محل آن با توجه به جمع آوری فاضلاب و تاثیرات دفع آن باید دقیقا ارزیابی گردد . انتخاب محل در هزینه جمع آوری تاثیر داشته و هم چنین می تواند در مقدار بهسازی یا طرز عمل موثر باشد .

### 9-1 b شناسایی تسهیلات زیرزمینی The underground

قبل از اینکه شیب ها و خطوط نهایی برای مجرای فاضلاب انتخاب گردد ، طراح باید از وضعیت و محل تمام موانع زیرزمینی مثل سیم های تلفن و برق ، خطوط گاز و آب ، تونل ها ، فونداسیونها ، فاضلاب های موجود یا دیگر جزئیات اجرائی آگاه باشد . بسیاری از ادارات مهندسی نقشه هائیکه حاوی سازه های زیرزمینی اند را نگهداری و در اختیار دارند .

در صورت عدم دسترسی به چنین نقشه هایی مهندس طراح باید از سازمان های خدمات شهرهای نقشه های اجرا شده را تهیه و اطلاعاتی را در زمینه تاسیسات زیرزمینی موجود گردآوری نماید .

وجود سطح بالای آب زیرزمینی و سنگ تاثیر قابل توجهی بر روی هزینه های اجرایی خواهد داشت ، از این رو گمانه های خاکی مفید و لازم است . گمانه ها توسط راندن میله فولادی تیزی بداخل زمین فرو می رود تا به سنگ برخورد نکند . برای مشخص کردن موقعیت سطح سنگ گمانه های کافی باید انجام پذیرد . تعداد واقعی مورد لزوم بستگی به مشخصات زمین شناسی محل دارد .

## 9-1 C شناسایی و نقشه The survey and map

تهیه نقشه های اجرایی به شناخت خصوصیات کف سازی خیابان ها ، موقعیت کلیه سازه های زیرزمینی موجود ، محل و رقوم زیر زمین و کلیه ساختمان ها ( معمولا برای اقامتگاه ها تخمین زده می شود ) ، پروفیل های کلیه خیابان هائیکه فاضلاب از وسط آن ها عبور می کند ، رقوم آبراهه ها ، پل آبروی زیرگذر راه و جوی ها ، و حداکثر ارتفاعات آب در آن ها نیاز دارد . نشانه مبنا Benchmark برای استفاده در عملیات اجرایی باید زده شود .

معمولا مقیاس نقشه 1000 : 1 تا 3000 : 1 است که بستگی به جزئیات دارد . خطوط تراز باید نشان داده شوند مگر آن که سطح برجستگی جزئی باشد . فواصل خط تراز Contour Lines از 250 میلیمتر تا 3 متر قرار دارند . رقوم تقاطع خیابان و هر تغییر ناگهانی در شیب نشان داده می شود . رقوم هر سازه موجود مثل فاضلاب ، دهانه آبریز ، ایستگاه زیرزمینی و غیره در صورت تلاقی در نقشه ذکر و نشان داده می شود .

## D 9-1- جانمایی سیستم Layout of the system

جانمایی آزمایشی مسیر فاضلاب بوسیله ترسیم در امتداد خیابان ها انجام می پذیرد . جهت جریان که به طرف پائین شیب زمین است با فلش نشان داده می شود . جانمایی چندین بار تکرار میگردد تا بالاخره نتیجه آن طرح فاضلاب اصلی خواهد بود که در پائین ترین نقطه محل همراه با لوله های کوچکتر و شاه لوله های فرعی که به دورترین ناحیه منشعب می شوند قرار داده می شود . فاضلاب ها زهکش طبیعی سطح را به همان تنگاتنگی که جانمایی خیابان ها اجازه می دهد دنبال می کنند . آبریزها با پمپ یا ساخت سیستم های فاضلاب جداگانه به نقاط دیگر زهکشی می شوند . در زمین های مسطح یک مکان مرکزی انتخاب می شود که تمام خطوط برای پمپ زنی به لوله اصلی ثقلی یا به تصفیه خانه خواهند ریخت .

معمولا لوله های گاز ، آب و فاضلاب در داخل محدوده متعلق به خیابان قرار می گیرند که ضروری است لوله های آب از فاضلاب کاملاً جدا باشند . در خیابان های بسیار عریض ممکن است فاضلاب ها به منظور کاهش طول اتصالات در هر ضلع خیابان قرار گیرند .

جانمایی عمودی حکم می کن که حداقل پوشش و خاکبرداری در نظر گرفته شود که اصولاً به شیب زمین ، جلوگیری از یخ زدگی ، بار ترافیک و اندازه لوله ها بستگی دارد .

منهول ها در کلیه نقاط تلاقی فاضلاب ها ، تغییرات در جهت افقی ، تغییرات عمده در شیب و اندازه لوله و در فواصل امتداد مسیرهای مستقیم قرار می گیرند .

فواصل طولی منهول ها از 100 متر تجاوز نخواهد کرد و هیچ گاه نباید بیشتر از 150 متر از هم دور باشند . منهول ها شماره گذاری شده و هر مسیر فاضلاب به وسیله شماره تشخیص داده می شود .

با توجه به موقعیت و مکان ساختمان ها و قطعات زمین ، مساحت فرعی Tributary هر لوله فاضلاب روی نقشه نوشته می شود .

بعضی خطوط مساحت فرعی ندارند ، اما فقط بوسیله خطوط بالا دست جریان ، فاضلاب جمع آوری شده را انتقال می دهند .

برای طراحی فاضلاب سطحی نیز همین روش بکاربرده می شود به استثنای آن که خطوط در ورودی ها و چاهک های جمع آوری آب های سطحی به لوله های اصلی وصل می شوند . نظر به این که ورودی های آب سطحی عموماً در گوشه های تقاطع خیابان ها قرار دارند ، فاضلاب های سطحی معمولاً از گوشه به گوشه تقاطع ادامه داده می شوند . مساحت فرعی یا انشعابی به هر ورودی طبق خطوط تراز زمین روی نقشه نوشته می شود.

## C 9-1 - پروفیل The Profile

پروفیل عمودی از یادداشت های نقشه برداری برای هر خط فاضلاب کشیده می شود .

مقیاس scale افقی از 1: 500 تا 1: 1000 است که به جزئیاتی که در نقشه نشان داده می شود ، بستگی دارد . مقیاس عمودی معمولاً 10 برابر مقیاس افقی است . در پروفیل رقوم زمین ، مکان های آزمایشی منهول ها ، محل سوراخ های گمانه ، تمام سازه های زیرزمینی ، رقوم زیرزمینی و تقاطع خیابان ها نشان داده می شود . نقشه خیابان ممکن است در بالا و پائین پروفیل کشیده شود .

پروفیل به منظور کمک در طراحی و اجرا مورد استفاده قرار می گیرد . اندازه طولی خطوط فاضلاب از منهول به منهول ، قطر و جنس لوله ، شیب و جهت حرکت جریان ، محل منهول ها نشان داده می شود .

در هر منهول رقوم بالا و کف در روی نقشه منعکس می گردد . هم چنین نقشه ممکن است شامل جدول بندی طول ها ، اندازه های لوله ، خاکبرداری ، شماره و عمق منهول ها باشد . چنین جداولی در تخمین هزینه های اجرایی بسیار مفیدند .



## 10-1- حداقل معیارهای طراحی فاضلاب سطحی

### Minimum Storm Design Standards

اطلاعات بارندگی :

حداکثر بارندگی در 24 ساعت

حداکثر بارندگی در 1 ساعت

حوضه زهکش

حوضه های روکش دار جریان آب به حوضچه زهکش جداگانه یا تک تقسیم می شوند که حداکثر سطح آن 400 متر مربع خواهد بود .

شیب سطح

شیب به طرف چاهک جمع آوری فاضلاب یا زهکش بین 1 تا 5 درصد خواهد بود .

حوضه های غیر روکش دار بالا دست جریان : هر حوضه گیاهی ، جاده یا حیاط ممکن است به آبروها یا چاهک جمع آوری فاضلاب بریزد .

## رفع موانع بین خطوط تسهیلات زیرزمینی

حداقل فاصله عمودی رفع مانع بین لوله کشی زیرزمینی و خطوط فاضلاب 300 میلیمتر است و در صورتی که لوله ها افقی ادامه یابند ، فاصله افقی مرکز به مرکز لوله 1 متر است .

### سرعت

سرعت های دبی بین 0.9 و 1.2 متر در ثانیه در سیستم های لوله ثقلی توصیه گردیده است .

حداقل سرعت برای خطوط با حداکثر ظرفیت بازدهی 0.6 متر در ثانیه است . هر جا آب ذرات جامد را حمل می نماید مانند ماسه از حوضه هی غیر روکش دار ، سرعت تا 0.9 متر در ثانیه افزایش خواهد یافت . حداکثر سرعت برای لوله که احتمال فرسایش آن وجود دارد 1/5 متر در ثانیه خواهد بود . حداکثر سرعت برای سایر لوله ها 2 متر در ثانیه است .

### اندازه گیری سطح مقطع

لوله های فاضلاب و آبروها مطابق فرمول مانینگ manning محاسبه می شوند .

### معیارهای طراحی فاضلاب بهداشتی Sanitary sewer design Criteria

- دبیطرحفاضلاببهداشتی از مناطق مسکونی ، تجاری و آموزشی براساس جمعیت و با استفاده از تراکم جمعیت در هر هکتار محاسبه می شود .

- برای مدار سوپارکها 50 نفر و مناطق تجاری 62 نفر در هر هکتار در نظر گرفته میشود . در هر هکتار محاسبه میشود و مقدار 0.28 لیتر در ثانیه در هکتار برای نفوذ پذیری از اتصال لوله ها ، منهول ها و غیره اضافه می شود .
  - حداکثر اندازه های قطر لوله برای مناطق مسکونی و صنعتی به ترتیب 200 و 250 میلیمتر میباشد .
  - حداکثر شیب و طول لوله ها حدود 2/75 متر است .
  - محلفاضلابها باید داشته باشند 1/5 متر شمال یا شرق خط مرکزی جاده است .
  - فاصله منهولها از یکدیگر حداکثر 100 متر برای مجراهای فاضلاب تا قطر 250 میلیمتر و 110 متر فاصله برای لوله های 300 تا 675 میلیمتر و 125 متر برای قطر لوله های 750 میلیمتر یا بیشتر تعیین میگردد .
- معیارهای طراحی فاضلاب سطحی Storm sewer design Criteria
- مساحت آبریز از خطوط ترانزیت آنها تعیین میشود ممکن است مناطق حاشیه راه شامل شود، پلان منطقه آبریز از اندازه گیری شده و تمام خیابانها، آبراهها و کلیه سازه های موجود را نشان می دهد .
  - برای لوله به قطر 250 میلیمتر فاصله منهول ها 100 متر ، لوله 300 میلیمتر تا 675 میلیمتر 110 متر و قطر 750 میلیمتر یا بیشتر فاصله منهول ها 125 متر تعیین می گردد .
  - حداکثر شیب و طول لوله ها 2 متر است .
  - فاضلابها باید در 1/5 متر سمت جنوب یا غرب خط مرکزی هر کجا که ممکن باشد قرار خواهد گرفت .
  - طراحی بر اینهرها و آبگذرها یکوچکتر و اندازه های یکالورتها که از وسط جاده عبور میکنند بنا بر منحنی مدت-شدت بارنگیری 50 سال دور هبر گشتطر حمیگردند .
- مشخصات فنی برای فاضلاب باید هر چند وقت به منظور هم گامی با تکنولوژی جدید مورد تجدید نظر قرار گیرد

## 11-1 طراحی شبکه فاضلاب سطحی Design of storm sewer system

اولین گام در طراحی سیستم فاضلاب بارندگی قرار دادن آزمایشی خطوط فاضلاب است .

مسیرهای فاضلاب در خیابان ها طبق شیب های طبیعی زمین امتداد می یابند . چون اتصالات منازل ضرورتی ندارند ، لازم نیست که فاضلاب ها ، مجاور قطعات زمین باشند و در نتیجه مسیرهای کوتاهتری را نسبت به فاضله های بهداشتی ( خانگی ) طی خواهند نموده سپس بخش های فرعی ( تقسیم بندی جزء ) زهکشی به هر خط فاضلاب ترسیم می گردد . بخش های فرعی عبارتست از تقسیم منطقه طرح فاضلاب به مساحت های کوچکتر . خطوط تراز طبیعی زمین روی نقشه ترسیم می شوند و باید در نظر گرفت که آب پشت بام ها و قسمت های جلوی ساختمان ها به طرف خیابان تخلیه می شوند . به علاوه گوشه و اطراف ساختمان ها طوری شیب بندی خواهند گردید که قسمتی از آب به جلوی ساختمان و قسمتی به خیابان های اطراف هدایت شوند . مساحت بخش های فرعی زهکشی محاسبه و روی نقشه نوشته می شود . در طراحی ، موقعیت تمام سازه های زیرزمینی موجود شامل فاضلاب ها ، آبروها ، گاز ، برق ، تلفن و غیره باید مشخص گردد و از تداخل با تجهیزات زیرزمینی دیگر اجتناب نمود . طراحی سیستم باید طوری طرح گردد که حداقل خاکبرداری صورت پذیرد و درعین حال شیب لوله ها مطابق مشخصات فنی بدست آید و از شیب های تند یا ملایم که باعث فرسایش یا ته نشینی می گردند باید اجتناب ورزید .

### 13-1- طراحی فاضلاب های بتنی Design of concrete sewers

فاضلاب های بزرگ بتنی مانند حلقه های متصل یا قوس های ثابت و با بکارگیری تکنیک های طراحی سازه ای تجزیه و تحلیل می گردند . برای دهانه یا قطرهای کوچک ، ممکن است از طراحی های تجربی استفاده گردد چون محاسبات علمی منجر به ضخامت های خیلی کم برای تکنیک های معمولی ساختمانی می شود . قوس های بتن مسلح با ضخامت تاج برابر با  $1/12$  دهانه با حداقل 125 میلیمتر ساخته می شوند . برای بتن غیرمسلح ضخامت تاج  $1/10$  دهانه با همان حداقل ضخامت 125 میلیمتر خواهد بود .

ضخامت کف آبروی فاضلاب 25 میلیمتر بیش از ضخامت تاج و ضخامت ماهیچه ها یا کشاله قوس دو تا سه برابر ضخامت تاج می باشد .

شکل فاضلاب بستگی به بررسی های هیدرولیکی و شرایط اجرایی دارد و باید طوری طراحی شود که با ظرفیت باربری مصالح فونداسیون وفق داشته باشد . ممکن است نیاز به ریختن زیر اساس سنگ شکسته یاشن و در بعضی حالت ها شمع داشته باشد . خاکبرداری قسمت پائین باید با کف آبروی فاضلاب تطبیق داشته باشد که

معمولا بعد از خاکبرداری فوراً کف ریخته می شود . بتن ریزی کف توسط ویبراتور تحکیم و کف فاضلاب با ماله کشیدن صیقلی می گردد . معمولا در درزهای اجرایی از نوار آب بند استفاده می شود . بتن فاضلاب در دو یا چند مرحله ریخته میشود .

## 14-1- اجرای فاضلاب های درجا Construction of sewers in place

### فاضلاب رو های بتنی Concrete sewers

در صورتی که ترانشه خشک و کف آن سفت است ، خاکبرداری باید طوری انجام پذیرد که کف تراشه قالب بیرونی کف فاضلاب را تشکیل دهد . در خاک های نرم در بعضی حالت ها از تکیه گاه های شمعی استفاده می شود . چنانچه کف آبروی Invert فاضلاب نسبتاً صاف است ، برای طول 5 و 6 متر در یک عملیات ساخته می شود . قسمت ساخته شده قبلی کف فاضلاب مانند شابلونی در یک انتهای مقطع جدید بکار گرفته می شود و یک شابلون فلزی در انتهای دیگر به صورت تیغه قالب بندی بتن عمل می نماید و بدین صورت هر قسمت فاضلاب تکمیل می گردد . با لبه صاف یا شمشه ، بتن تازه ریخته شده به شکل کف فاضلاب درست می شود . درزهای اجرایی بین کف و قوس فاضلاب به منظور چسبندگی Bonding دو لایه بتن باید زبر گردند .

قالب های قوس به وسیله کف نگهداری شده و شامل پشت بندهای تاشو یا قالبهای قوسی فولادی هستند . اگر در دو طرف ترانشه امکان پذیر باشد ، ممکن است از کار گذاشتن قالب های بیرونی خودداری گردد قوس بیرونی قسمت بالای فاضلاب به وسیله ماله کشی منظم و طبق نقشه اجرایی شکل داده می شود . قالب های قوس ضلع داخلی پس از دوره عمل آوردن بتن باز و به قسمت بعدی برای اجرای قوس جدید انتقال می یابد . فاضلاب های خیلی بزرگ گاهی در سه مرحله ریخته می شوند : کف ، کناره ها و قوس.

فاضلاب های دایره ای معمولا در دو مرحله ساخته می شوند . پس از سفت شدن بتن مکر ، نقشه بردار مسیر فاضلاب را علامت گذاری نموده و قالب های کف بسته می شود و سپس رقوم کف آرو Invert طبق نقشه روی قالب ها معین می گردد . پس از اطمینان از صحت آرماتوربندی و قوم شیب ، کف بتن ریزی می شود و پس از

سفت شدن بتن قالب فلزی ضلع داخلی قوس با تکیه بر کناره های بتنی کف نصب می گردد و سپس قالب های ضلع بیرونی قوس مهار می شوند .

باید توجه گردد که چون عملیات قالب بندی پیچیده است آرماتورها با قالب های قوس تماس نداشته باشند و فاصله مشخصات فنی بین

قالب و آرماتور که حداقل 3 سانتی متر است دقیقاً رعایت گردد .

قالب ها همیشه قبل از استفاده برای بتن ریزی ، باید تمیز و روغن زده شوند . شیوه کار مناسب آن است که پس از بتن ریزی هر دهانه طولی فاضلاب ، تا ارتفاع 600 میلیمتر دو طرف خاکریزی شده و سپس قالب های داخلی قوس برداشته شوند . دقت کافی باید به عمل آید که بتن کاملاً ویبره و سطح آن منظم و صاف و بدون خلل و فرج باشد . مرمت بتون باید در مراحل اولیه انجام پذیرد .

## 15-1- تونل کنی

### Tunneling

هر جا که عمق خاکبرداری ها از 8 متر تجاوز نماید ، هزینه تونل کنی در مقایسه با اجرای معمولی باید بررسی گردد . هر گاه تونل کنی به صلاح باشد ، روش به کار رفته بستگی به نوع خاک خواهد داشت . در سنگ دج ، نیازی به شمع زنی یا مهاربندی نیست ، خاکبرداری وسیله انفجار صورت می پذیرد . سنگ های درزدار ممکن است نیاز به مهاربندی داشته باشد .

تونل های سنگی باید تهویه شوند تا گاز ، دود و گرد و خاک حاصل از مواد منفجره برای حفاری خارج گردند . هر جا که احتمال ریزش و فرو ریختن قوس تونل وجود دارد ، مهاربندی لازم است .

در کارهای اجرایی تونل کنی موضوع ایمنی بسیار مهم است ، هر جا مهاربندی یا چوب بست بیشتری لازم است باید برای جلوگیری از خطر ریزش با دقت مهاربندی انجام پذیرد . در مصالح نرم تخته های حائل در داخل خاک یا مصالح نرم کوبیده می شود و پس از اتمام کار بیرون آورده می شوند . در تونل های طولانی مصالح بر روی ماشین های خط آهن کوچک به داخل و خارج تونل حمل می گردند .

ساختن مجراهای قائم Shaft برای دسترسی به تونل از جمله بیرون آوردن مصالح خاکبرداری شده ، تحویل مصالح ساختمانی به داخل تونل و حتی تهویه هوای تونل و یا احتمال ریزی تونل ضروری است . مجراهای قائم لازم است مهاربندی و شمع کوبی شوند .

در مصالح نرم اغلب روش سپر بکار گرفته می شود و آن استوانه فولادی است که نوک پیکانی در انتهای جلو دارد که به وسیله جک های هیدرولیکی کوبیده می شود و خاکبرداری در ضلع جلوی سپرها ادامه می یابد . در عملیات اجرایی تونل باید کلیه مسائل ایمنی از قبیل ریزش خاک ، سقوط لوازم ساختمانی ، کنترل و مهار آب و سایر موارد به منظور حفظ جان افراد کاملاً رعایت شود

## طرح جمع آوری شبکه فاضلاب

مقدمه:

آب یکی از نیازهای اساسی زندگی انسانها می باشد. نیاز امروزه بشر به آب، او را واداشته تا آب مصرف شده را برای مصارف دوباره تصفیه نماید. بنابراین نیاز به شبکه ای برای جمع آوری آب مصرفی توسط مصارف خانگی امری ضروری به نظر می رسد.

این امر هم باعث صرفه جویی در مصرف آب شده و هم باعث می شود با جمع آوری توسط شبکه فاضلاب از انباشت فاضلاب در کوچه و خیابان و ایجاد تعفن و بوی آزار دهنده در معابر عمومی جلوگیری نماید.

شبکه فاضلاب عبارتست از سیستمی متشکل از لوله های فاضلاب برای انتقال فاضلاب خانگی و غیر خانگی به محل تصفیه خانه ها، که این لوله ها در داخل کانالهایی قرار می گیرند که ترانشه نامیده می شوند.

یکی از مناسب ترین روشهای جمع آوری فاضلاب، استفاده از روش ثقلی می باشد که در این روش فاضلاب تحت نیروی ثقل خود داخل فاضلاب رو جریان یافته و به حرکت در می آید. بدیهی است در این روش شیب اغلب فاضلاب رو ها بر اساس توپوگرافی منطقه انتخاب می شود.

اما در شرایط خاصی که زمین طبیعی مسطح بوده و از شیب کمی برخوردار باشد یا در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالا بوده و نزدیک سطح زمین باشد، عملیات حفاری به سادگی میسر نمی باشد و روش ثقلی روش مناسبی نمی باشد و در صورت کاربرد آن علاوه بر افزایش تصاعدی هزینه های اجرایی به ناچار باید از ایستگاههای پمپاژ و خطوط تحت فشار فاضلاب استفاده نمود؛ که خود مشکلات زیادی در مرحله بهره برداری ایجاد می کند. که از روشهای دیگری استفاده می شود.

عوامل موثر در انتخاب روش اجرایی شبکه جمع آوری فاضلاب :

☑ الف : توپوگرافی محدوده شبکه جمع آوری فاضلاب

☑ ب : سطح آب زیرزمینی

☑ پ : مشخصات ژئوتکنیکی و شرایط تحت الارضی خاک محدوده شبکه جمع آوری فاضلاب

☑ ت : میزان نفوذپذیری آب در لایه های خاک در زمان حفاری و پایداری خاک

☑ ث : زمان اجرای شبکه جمع آوری فاضلاب

☑ ج : هزینه اجرایی شبکه جمع آوری فاضلاب

☑ چ : مسائل بهره برداری و نگهداری شبکه جمع آوری فاضلاب و تاسیسات جانبی

☑ ح : هزینه سرمایه گذاری اولیه شبکه جمع آوری فاضلاب



✓ خ : تاسیسات زیربنایی شهری از قبیل: آب، گاز، برق، مخابرات، مترو و ...

✓ د : شرایط ترافیک شهری و گذر بندی معابر شهری

معرفی روش های اجرای شبکه جمع آوری فاضلاب :

روشهای کلی اجرائی شبکه های جمع آوری فاضلاب در دو حالت ثقلی و تحت فشار به صورت زیر می باشد:

روش اجرائی در سیستم شبکه جمع آوری فاضلاب در حالت ثقلی :

در این روش عمق لوله گذاری ها عمدتاً تابعی از تامین شرایط و ضوابط هیدرولیکی لوله ها با مقاطع نیمه پر و

به طور کلی تابعی از شرایط توپوگرافی منطقه می باشد. در این حالت در مناطق پست و هموار که دارای

توپوگرافی یکنواختی می باشند؛ به دلیل عدم وجود شیب کافی عمق لوله گذاری ها افزایش می یابد.

روشهای اجرایی در این حالت به شرح زیر است :

◀ اجرای شبکه های فاضلاب با استفاده از روش حفاری ترانشه رو باز

◀ اجرای شبکه های فاضلاب با استفاده از سیستم حفاری تونل های سنتی (نقب)

◀ اجرای شبکه های فاضلاب با استفاده از روش لوله رانی توسط دستگاههای میکروتونلینگ



روش میکروتونلینگ : به طور کلی دو روش عمده برای نصب شبکه های

فاضلاب در سطح شهر وجود دارد . روش اولکه بسیار متداول می باشد

روش ترانشه باز بوده و روش دوم روشهای بدون حفر ترانشه میباشد .

یکی از روشهای اجرای شبکه بدون حفر ترانشه ، احداث نقب های سنتی

بوده و روشدیگر استفاده از دستگاههای حفار میکروتونل و پایپ جکینگ است ؛ که از جدیدترین روشهای لوله

گذاری دنیا است.

◀ اجرای شبکه های فاضلاب با استفاده از سیستم پیش زهکشی و پایین آوردن موضعی سطح آب

زیرزمینی

◀ اجرای شبکه های فاضلاب با استفاده از سیستم های تجهیزات حفاظت دیوار ترانشه و تثبیت آن با

استفاده از مقاطع فولادی به روشهای سیرکوبی

روش اجرائی در سیستم شبکه جمع آوری فاضلاب در حالت تحت مکش :

این روش اجرایی عمدتاً در مناطقی که مشکلات اجرایی به حالت ثقلی افزایش پیدا می کند یا ادامه عملیات را

غیر ممکن می سازد، و در مناطقی که ساخت سازه ها پراکنده و در فواصل زیاد از هم می باشد؛ استفاده می

شود. روشهای مختلف در این حالت به شرح زیر است :

◀ اجرای شبکه فاضلاب به صورت سیستم تحت مکش منفی (خلاء مرکزی) با استفاده از ایستگاه تولید

خلاء و جمع آوری فاضلاب از واحدهای مسکونی به حالت مکش و هدایت آن به محل تخلیه یا تصفیه

خانه

◀ اجرای شبکه فاضلاب به صورت ترکیبی از سیستم ثقلی و مکشی به جهت کاهش عمق لوله گذاری و

همچنین استفاده از ایستگاههای پمپاژ اصلی جهت هدایت فاضلاب جمع آوری شده به محل تخلیه یا

تصفیه خانه

معرفی سیستم شبکه جمع آوری فاضلاب تحت مکش :

شیوه ای موفق در مناطقی که استفاده از روش ثقلی مناسب نمی باشد؛ استفاده از روش جمع آوری فاضلاب

تحت مکش می باشد. عمدتاً استفاده از سیستم تحت مکش در طراحی و اجرای شبکه های جمع آوری فاضلاب

در شرایط زیر به کار می رود :

◀ در شرایطی که خاک تحت الارضی ناپایدار و دانه بندی خاک نامناسب است.

◀ در مناطقی که توپوگرافی محدوده طرح مسطح بوده و از شیب طبیعی بسیار کمی برخوردار باشد.

◀ در مناطقی که سطح آب های زیرزمینی بالا است.

◀ در شرایطی که جهت حفر ترانشه محدودیت وجود داشته باشد.

◀ در مناطقی که جنس لایه های زمین سنگی است.

◀ در مناطقی که بافت شهری پراکنده باشد.

در این شیوه ابتدا فاضلاب یک یا چند واحد اعم از مسکونی، تجاری، بیمارستان و یا کارگاه به صورت ثقیلی به داخل یک حوضچه (Pit) جمع آوری می شود و پس از جمع آوری فاضلاب به مقدار معین در قسمت تحتانی حوضچه، توسط شیرهای خلاء که در قسمت فوقانی حوضچه قرار گرفته است؛ فاضلاب به خطوط جمع آوری تحت مکش منتقل می گردد.

فاضلاب تخلیه شده به شبکه جمع آوری اصلی، در حالت دو قشری جریان (مخلوط فاضلاب و هوا) به محل ایستگاه مکش اصلی منتهی می شود.

در انتها فاضلاب جمع آوری شده در محل ایستگاه تامین خلاء به صورت پمپاژ یا ثقیلی به محل خروجی شبکه (خط انتقال یا تصفیه خانه) هدایت می گردد.

اجزاء سیستم جمع آوری تحت مکش :

☑ الف : حوضچه شیر خلاء تخلیه فاضلاب : که از دو قسمت تحتانی و فوقانی برای جمع آوری و انتقال به خطوط تحت مکش تشکیل شده است.

☑ ب : شبکه اصلی لوله کشی فاضلاب : با توجه به عملکرد مکشی بودن، قطر لوله ها کمتر از حالت ثقیلی و بین 90 تا 250 میلیمتر است؛ شبکه آب بند بوده و از نشت بوی نامطبوع و بند آمدن لوله به علت وجود 10 تا 15 برابری هوا نسبت به فاضلاب جلوگیری می کند.

چون سیستم تحت مکش است؛ شیب لوله ها می تواند منفی شده یا غیر ثابت باشد و در برخورد با دیگر تاسیسات زیر زمینی تغییر مسیر داده و از زیر آنها عبور نماید؛ عرض ترانشه با کاهش قطر، کمتر و نیز عمق لوله گذاری می تواند تا 1 متر کاهش یابد. همچنین زمان و هزینه اجرا کمتر است.

✓ ج : ایستگاه تامین فشار منفی : سومین و مهمترین قسمت این شبکه، ایستگاه تامین فشار منفی می باشد؛ که وظیفه تامین مکش کل شبکه و ذخیره و تخلیه فاضلاب به خروجی شبکه را دارد. که در مرکز سیستم قرار می گیرد.

### مقایسه گزینه روش اجرایی شبکه فاضلاب در حالت ثقیلی و مکشی



معرفی  
سیستم  
شبکه

جمع آوری فاضلاب تحت ثقیلی :

این شبکه فاضلاب عبارتست از سیستمی متشکل از آدم رو ها (آدم روها) و لوله های فاضلاب با شیب ثابت بین این آدم رو ها برای انتقال فاضلاب خانگی و همچنین غیر خانگی به محل تصفیه خانه ها، که این لوله ها در داخل کانالهایی قرار می گیرند که ترانشه نامیده می شوند.

اولین اصل در طراحی این نوع شبکه فاضلاب اینست که لوله ها می بایست در امتداد مستقیم قرار گیرند و با یک شیب و امتداد ثابت از آدم روی به آدم رو دیگر وصل شوند. به عبارتی در مکانهایی که نتوان امتداد لوله را مستقیم نگه داشت، با ایجاد آدم رو می توان تغییر زاویه و یا تغییر راستا داد.

نقشه های شبکه فاضلاب بر اساس رقوم ارتفاعی زمین که در نقشه های سازمان نقشه برداری کشور موجود است طراحی می شوند. در این نقشه ها در محل هایی که آدم رو ایجاد می شود شیب بین دو آدم رو که لوله با آن شیب اجرا می شود را با اختلاف ارتفاع روی بتن کف آدم رو که توسط دوربین نقشه برداری و با توجه به نقاط با ارتفاع مشخص سازمان نقشه برداری اندازه گیری می شود بدست می آورند؛ بدین ترتیب که شیب لوله برابر است با :

اختلاف ارتفاع دو نقطه تقسیم بر فاصله دو نقطه = شیب لوله

\*در پروژه کارآموزی روی این نوع سیستم انتقال فاضلاب کار نمودیم.

آدم رو (منهول):

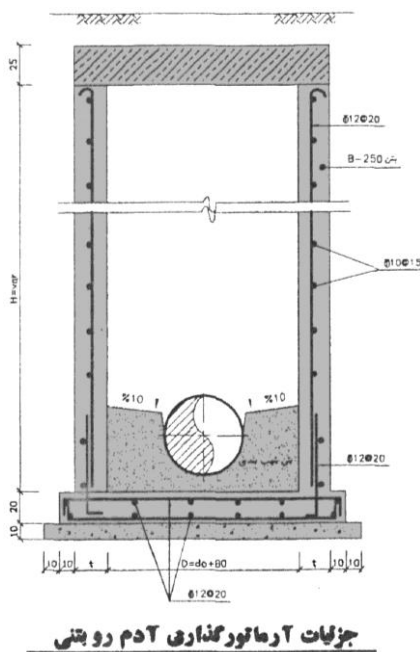
آدم رو ها که در مسیر خط لوله طرح قرار می گیرند به منظور تثبیت شیب و امتداد و دسترسی آسان انسان به لوله به کار می روند. از بتن و یا آجری ساخته می شوند.

آدم رو بتنی :

آدم رو بتنی یا به صورت پیش ساخته و یا به صورت درجا به کار می رود؛

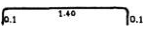
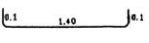


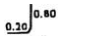



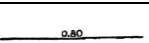
با توجه به موقعیت محل و به ندرت از این نوع آدم رو استفاده می شود.

معمولاً در خیابانهایی که بار ترافیکی زیاد است به کار می رود. اما چون دقت و زمان بیشتری می برد کاربرد

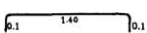
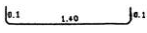


کمتری نسبت به آدم رو آجری دارد. در جدول زیر آرماتور بندی آدم رو های بتنی درجا و پیش ساخته و همچنین پلان آدم رو بتنی را مشاهده می نمایید :

جدول آرماتور آدم روهای بتنی درجا

D=100mm قطر داخلی آدم رو						D=120mm قطر داخلی آدم رو				
POS	Φ (mm)	LENGTH (m)	No	Φ12	WEIGHT	LENGTH (m)	No	Φ12	WEIGHT	SHAPE
1	12	1.60	2×7	22.40	19.89	1.80	2×8	28.80	25.57	
2	12	1.60	2×7	22.40	19.89	1.80	2×8	28.80	25.57	
3	12	1.00	19	19.00	16.87	1.00	22	22.00	19.54	
4	12	3.80	5	19.00	16.87	4.50	5	22.50	19.98	
5	12	0.80	19	15.20	13.50	0.80	22	17.60	15.63	
6	12	0.4~1.20	2×8	14.40	12.79	0.4~1.40	2×9	16.20	14.39	
7	12	1.90	1	1.90	1.69	1.90	1	1.90	1.69	
8	12	4.10	1	4.10	3.64	4.50	1	4.50	4.00	
9	12	0.80	2×8	12.80	11.37	0.80	2×8	12.80	11.37	
TOTAL LENGTH (m)			131.20						155.10	
UNIT WEIGHT (kg/m)			0.888						0.888	
TOTAL WEIGHT (kg)			116.50						137.73	

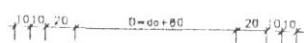
## جدول آرماتور آدم بتنی پیش ساخته

		قطر داخلی آدم رو D=100mm				قطر داخلی آدم رو D=120mm				
PO S	Φ (mm)	LENG TH (m)	No	ϕ12	WEIG HT	LENG TH (m)	No	ϕ12	WEIG HT	SHAPE
1	12	1.60	2×7	22.4 0	19.89	1.80	2× 8	28.8 0	25.57	
2	12	1.60	2×7	22.4 0	19.89	1.80	2× 8	28.8 0	25.57	
3	12	1.00	19	19.0 0	16.87	1.00	22	22.0 0	19.54	09 <sup>0.05</sup> <sub>0.05</sub>
4	12	3.80	5	19.0 0	16.87	4.50	5	22.5 0	19.98	○
5	12	3.80	3	11.4 0	10.12	4.50	3	13.5 0	11.99	○
6	12	0.90	19	17.1 0	15.18	0.90	22	19.8 0	17.58	0.7 <sup>0.05</sup> <sub>0.05</sub>
TOTAL LENGTH (m)				111.30				135.40		
UNIT WEIGHT (kg/m)				0.888				0.888		
TOTAL WEIGHT (kg)				98.83				120.24		

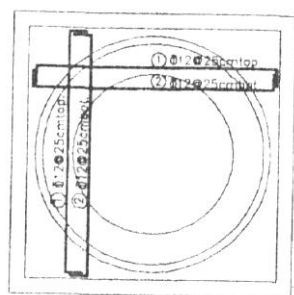
آدم رو بتنی با استفاده از بتن مسلح در کارگاه با مقطع مربع یا دایره ای و در ارتفاع های 0/5 ، 0/8 و 1 متری و ... بدین شرح ساخته می شود؛ که با استفاده از میلگرد و ملات سیمان که توسط بتونیر آماده شده در قالب های مخصوص ریخته شده و توسط ویبراتور متراکم می شود. بعد از 28 روز توسط جرثقیل به محل پروژه انتقال داده می شود. همچنین دال بتنی کف به همراه 1 متر از ارتفاع آدم رو به صورت یکپارچه تولید می شود که در محل پروژه در کف قرار داده می شود و توسط قطعات میانی و دال بتنی سقف به ارتفاع لازم می رسد. آدم رو آجری:

آدم رو آجری سازه ایست عمدتاً استوانه ای شکل که با آجر ماشینی سوراخ دار و ملات درست می شود. این سازه در زیر سطح زمین اجرا می شود. در زیر و روی آن شناژ بتن اجرا می شود. دیواره آجری آن به عرض 35 سانتیمتر می باشد.

عمق آدم رو با توجه به رقوم ارتفاعی زمین و موقعیت آدم رو در شبکه و رقوم سطح زمین در نقشه های سازمان نقشه برداری کشور و موقعیت ورودی و خروجی لوله ها از آدم رو طراحی می



شود.

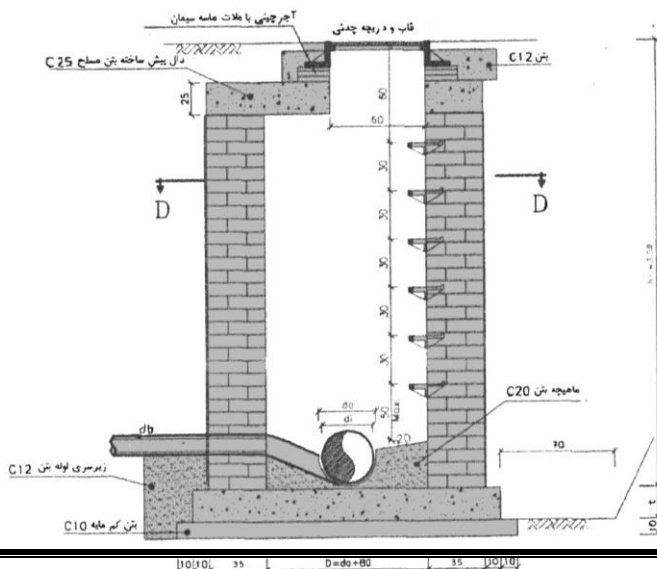


**آرماتورگذاری کف**

ابتدا کف آدم رو به ارتفاع 10 سانتیمتر بتن مگر می شود (در این نوع بتن 150 کیلوگرم سیمان در هر متر مکعب بتن به کار می رود). سپس سبدي روی آن قرار داده می شود. سبدي زیر آن به ابعاد 1/8\*1/8 متر می باشد. ارتفاع سبدي 20 سانتیمتر می باشد. همچنین باید اطراف سبدي ضخامت ملات 10 سانتیمتر باشد؛ به عبارتی ابعاد محلی که آدم رو در آن قرار می گیرد، می بایست 2\*2 متر

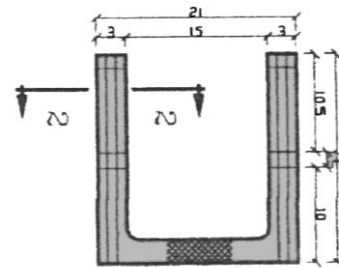
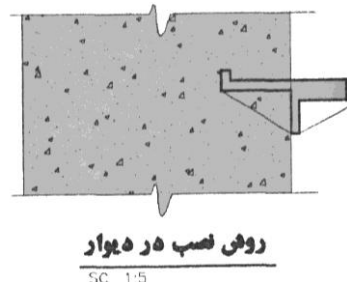
باشد؛ آرماتوربندی کف بر اساس قطر داخلی آدم رو اجرا می شود و در آن از میلگرد آجدار شماره 12 استفاده می شود.





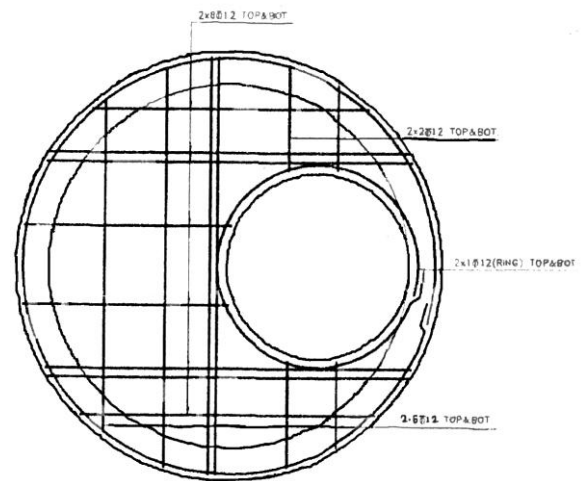
همچنین پله ها برای دسترسی به کف آدم رو در دیواره آدم رو به فاصله 30 سانتیمتر از هم قرار می گیرند. بهتر است پله ها به صورت چپ و راست قرار گیرند تا دسترسی آسان تر باشد.

همچنین پلان پله مورد استفاده و طریقه نصب آن را مشاهده می نمائید:



بعد از اینکه دیواره آدم رو به ارتفاعی رسید که 30 سانتیمتر تا سطح زمین باقی مانده باشد، سبدي رو به صورت مقطع آدم رو که معمولاً دایره ایست و به قطر 1/5 یا 1/7 متر و ارتفاع 20 سانتیمتر مطابق شکل اجرا شده و با بتن 350، بتن ریزی می شود. در 10 سانتیمتر باقیمانده دریچه آدم رو قرار می گیرد.

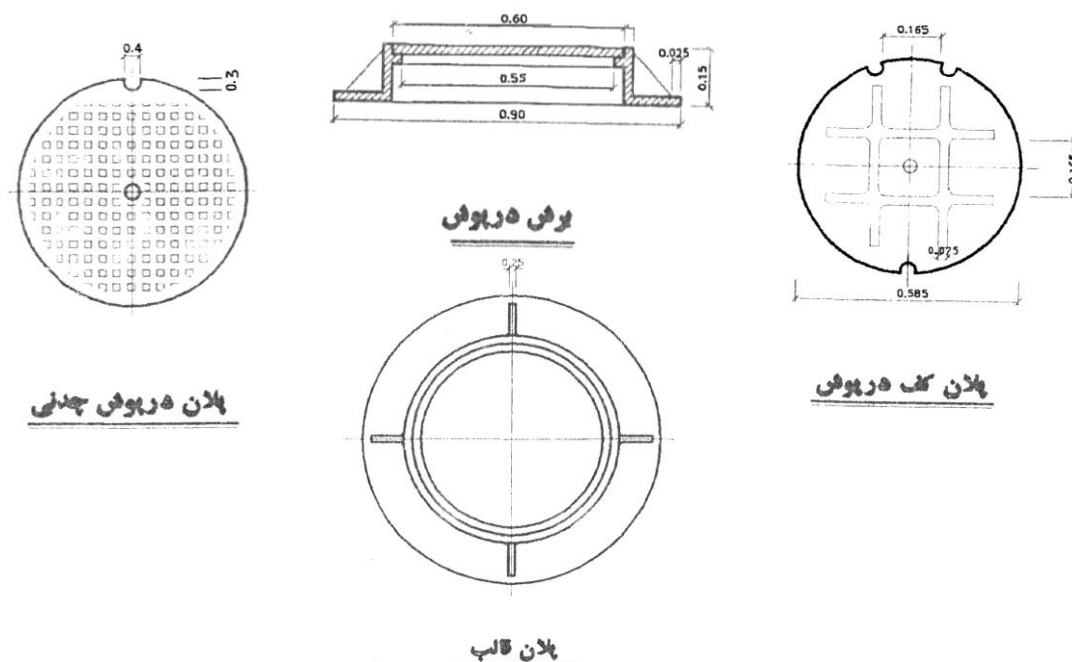
سطح دریچه آدم رو در خیابانهایی که روسازی شده باشد می بایست مطابق با سطح آسفالت اطراف دریچه و در خیابانهایی که



**پلان آرماتورگذاری اسلب سقف**

هنوز روسازی نشده با توجه به رقوم نهایی سطح خیابان تعیین گردد.

در شکل زیر پلان درپوش و قالب دریچه آدم رو را مشاهده می نمایید:



گاهی اوقات تاسیساتی از قبیل لوله های گاز، آب یا کابل تلفن باعث شده که نتوان آدم رو را به صورت کامل استوانه ای بالا آورد؛ در این صورت می بایست تا ارتفاعی مانده به تاسیسات مزاحم قطر آدم رو را با افزایش ارتفاع کم نموده تا بتوان از کنار این تاسیسات عبور نمود. زیرا در هیچ صورت نباید این تاسیسات از داخل آدم رو یا دیواره عبور کنند. به این نوع آدم رو؛ خمره ای می گویند.

باید توجه داشت که در این آدم رو ها قطر داخلی دهانه بالای آدم رو نباید از 75 سانتیمتر کمتر شود تا بتوان دریچه را گذاشت و به داخل آدم رو عبور و مرور کرد.

اگر تاسیسات مزاحم به گونه ای بود که نمی شد آدم رو را اجرا نمود می بایست مکان آدم رو عوض شود.

در مسیر های غیر آسفالت و عمدتاً خاکی به جهت موارد زیر لازمست آدم روهای مسیر فوق 30 الی 50 سانتیمتر بالای سطح زمین اجرا گردد.

☑ حفاظت آدم رو ها از جریانهای آب سطحی و لجن و خاک

☑ در صورت گسترش محدوده شهرسازی و آسفالت مسیرهای جدید، باعث زیر خاک ماندن آدم رو ها

نگردد.

☑ در مکانهای بایر آدم رو های بالا آمده و همچنین مسیر لوله به راحتی قابل تشخیص باشد.

همچنین بهای احداث آدم روهای بتنی بر حسب بتن 350 مصرفی در آدم رو، اعم از درجا یا پیش ساخته پرداخت می شود و بهای آدم رو آجری بر حسب حجم آجر مصرفی در بدنه آدم رو محاسبه و پرداخت می شود. لازم بذکر است در آدم رو های خمره ای در قسمتی که آدم رو جمع می شود؛ مخروط در نظر گرفته می شود.

تعیین مسیر و امتداد لوله گذاری :

به منظور مشخص کردن مسیر خاک برداری در طول ترانشه بهتر است در امتداد محور مسیر میخکوبی نموده تا قبل از شروع عملیات خاکبرداری شرایط کار برای متصدیان خاکبرداری مشخص شود. به منظور کنترل مسیر، در امتداد و به موازات آن میخهای کمکی کوبیده می شود یا نقاطی کاملاً مشخص شده تا همواره امکان کنترل محور در هر لحظه به طور دقیق وجود داشته باشد. بنابراین باید قبل از شروع عملیات اجرایی پروفیل زمین در مسیر لوله و کد ارتفاعی برداشت می شود تا در صورت اختلاف با نقشه با تایید دستگاه نظارت اصلاحات لازم صورت گیرد.

در خاکبرداری ترانشه معمولاً عمق ترانشه را در مرحله اول دقیقاً در روی میخ ها منعکس نمی کنند. ولی حدود کار مشخص می گردد. تا به این ترتیب اعم از اینکه خاکبرداری با وسایل دستی یا ادوات مکانیکی انجام گیرد؛ اشکالی پیش نیاید. خاکبرداری و ترانشه کنی با عمق شیب طراحی شده در مرحله دوم عملیات خاکبرداری تعیین می گردد.

در مورد آدم رو ها و یا متعلقات دیگر ترانشه که پهنای ترانشه را تغییر می دهند، بهتر است میخکوبی در دو جهت عمود بر هم انجام گیرد.

دوربین نقشه برداری :

دوربین نقشه برداری به منظور تعیین عمق ترانشه از سطح زمین با توجه به نقشه های اجرایی به کار می رود؛ کار با دوربین نقشه برداری بدین صورت است که با توجه به نقاط با ارتفاع مشخص سازمان نقشه برداری شاخص را در آن نقطه گذاشته تا ارتفاع آکس دوربین از نقطه مورد نظر مشخص شود و عمق ترانشه نیز محاسبه شود. برای این کار ابتدا دوربین تراز می شود؛ می بایست یک پایه دوربین را ثابت نموده سپس دوربین را حدودی تراز نموده تا حباب داخل دایره مورد نظر یا نزدیک آن قرار گیرد؛ آن گاه با استفاده از پیچ های زیر دوربین آن را طوری تراز نموده که همه یا حداقل دو سوم حباب داخل دایره قرار گیرد. حال دوربین به سمت شاخص 5 متری که مدرج است نشانه روی شده و تنظیم می شود که تارهای بالا، وسط و پایین و اعداد به خوبی مشاهده شوند. تار وسط خوانده می شود که این ارتفاع نقطه مورد نظر است؛ در مسیر ترانشه آن قدر باید عمق ترانشه گود شود تا عدد مورد نظر نقشه را نشان دهد.

#### برش آسفالت:

در مسیرهایی که ترانشه از خیابان عبور می کند، آسفالت خیابان (به عرض ترانشه و در امتداد مسیر) توسط دستگاهی که کاتر نام دارد برش زده می شود؛ سپس آسفالت برش زده شده با بیل مکانیکی یا دستی جمع اوری شده تا عملیات خاکبرداری آغاز گردد. در شکل مقابل برش توسط دستگاه کاتر را مشاهده می کنید.

#### خاکبرداری :

خاکبرداری شامل عملیات خاکبرداری برای نصب لوله ها، احداث آدم رو ها و سایر تاسیسات و همچنین خاکبرداری از محل قرضه جهت خاکریزی روی لوله ها می باشد.

به طور کلی حفاری در خاکهای رسی، ماسه ای، شنی، قلوه سنگی، رگه های مخلوط شن و ماسه و به طور کلی در خاکهایی که به کارگیری ماشین آلات معمولی جهت حفاری کفایت نماید و کاربرد مواد منفجره و یا ماشین آلات سنگین ضروری نباشد، جزء حفاری های در خاک محسوب می شود.

کلیه عملیات خاکبرداری بایستی بر اساس خطوط شیب ها، زوایا و ابعاد و مقاطع داده شده در نقشه ها صورت گیرد. عملیات خاکبرداری با توجه به نوع و میزان کار و حفاظت آن به دو دسته تقسیم شده است :

☑ خاکبرداری برای ترانше لوله ها

☑ خاکبرداری برای آدم رو ها و گمانه های آزمایشی و یا هر گونه گود برداری و یا پی کنی و کارهای

متفرقه دیگر

عملیات خاکبرداری تا حد امکان بایستی در حالت خشک انجام شود و در صورت لزوم زمین به وسیله زهکشی خشکانیده شود. در این صورت لازم است باری جمع آوری آب های زهکشی شده در پایین ترین نقطه کار چاهکی حفر شود و آبهای زائد به آن هدایت گردد به طوریکه سطح آب زیرزمینی از پایین ترین حد استقرار مصالح و تاسیسات پایین تر قرار گیرد. کف محل های خاکبرداری شده باید از مواد آلی یا خرده سنگ پاک شود. در مواردی می بایست مواد نامناسب حذف شده و با مصالح مناسب پر شده و متراکم گردد. حداقل عمق لوله های فاضلاب از کف لوله تا سطح تمام شده خیابان و یا زمین طبیعی طبق جداول و نقشه های اجرایی داده می شود که برای لوله 200 حداقل 1/7 متر می باشد.

عملیات خاکبرداری را باید در هر نوع خاک می بایست انجام داده و در مقابل هر نوع مانع به نحوی انجام داد که بتوان لوله ها را در امتداد و عمق مشخص شده نصب نمود.

در هنگام خاکبرداری باید به نکات زیر توجه نمود :

☑ در هیچ شرایطی خاکهای کنده شده را نباید در فاصله ای کمتر از 60 سانتیمتری از لبه ترانشه انبار

کرد.

✓ ترتیب اجرای شبکه فاضلاب بایستی از گودترین نقطه شبکه شروع گردیده و به سمت نقاط ارتفاعی

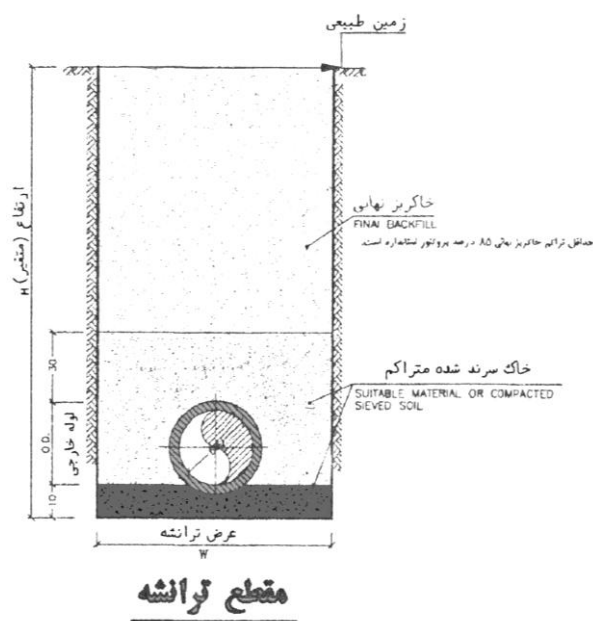
بالا تر خاتمه یابد. این موضوع از دو نظر حائز اهمیت است :

✎ با کارگذاری لوله از پایین به بالا امکان زهکشی ترانشه وجود دارد. باید توجه داشت که به هیچ وجه آب در داخل فاضلاب رو جاری نگردد مگر آن که اتصال لوله ها قبلاً محکم شده و لوله ها کاملاً در جای خود تثبیت شده باشند.

✎ در صورت وجود هر گونه اختلافی از نظر شیب بندی در رقمهای ارتفاعی، امکان اصلاح و سرشکن کردن اختلافات راحت تر انجام می گیرد.

✓ با توجه به اینکه همواره امکان ریزش دیواره ترانشه وجود دارد و همچنین خطرات ناشی از آمد و شد در ترانشه ها غیر قابل اغماض است، لذا می بایست حفر ترانشه در طول زیاد انجام نگیرد.

ترانشه :



به کانال هایی که لوله ها در آنها قرار می گیرند و در

مسیر بین دو آدم رو کنده می شوند؛ ترانشه می گویند.

برش آسفالت کلیه معابر و مسیرها باید با استفاده از کاتر

مناسب صورت گیرد؛ برش با کمپرسور مجاز نمی باشد.

طول ترانشه ها بستگی به فاصله دو مهنول داشته اما

عرض ترانشه بستگی به نوع لوله و قطر آن خواهد

داشت. ولی در کل طول ترانشه حفر شده در پیشاپیش

عملیات نصب لوله با نظر دستگاه نظارت تعیین می گردد و در هیچ موردی نباید بیش از 100 متر باشد.

در جدول زیر عرض ترانشه برای انواع لوله با قطر های مختلف را بر حسب سانتیمتر مشاهده می نمایید.

## TRENCH WIDTH FOR DIFFERENT PIPES ( in Cm)

N.D. (mm) TYPE	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000
A.C.S.	80	80	80	80	85	100	115	125	140	150	160	170	----	----	----	----	----
C.S. ,R.C.S.	80	80	80	----	100	----	120	135	145	160	170	185	205	230	255	280	305
G.R.P.S.	80	80	80	85	95	----	115	120	130	140	150	165	185	205	225	245	265

N.D. (mm) TYPE	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	710	800	900	1000	1200
P.V.C.S.	80	80	80	80	80	80	80	----	----	----	----	----	----	----	----
P.E.S.	80	80	80	80	80	80	80	85	110	115	130	140	150	160	180

لوله آزیست سیمان فاضلابی A.C.S. لوله بتنی ساده یا مسلح فاضلابی C.S. , R.C.S.

لوله پی وی سی فاضلابی P.V.C.S. لوله پلی اتیلنی فاضلابی P.E.S

لوله فایبر گلاس فاضلابی G.R.P.S. قطر داخلی (میلیمتر)

N.D.

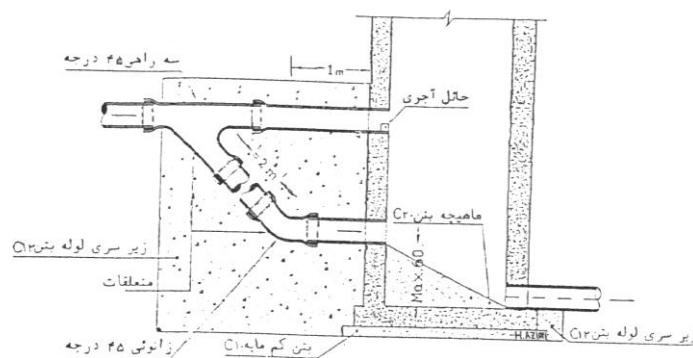
پهنای ترانشه طبق نقشه های اجرایی صورت می گیرد، ولی در هر صورت مقدار فوق نباید مانع از داخل شدن کارگر به ترانشه و کارگذاری لوله ها و ضمائم آنها گردد. جهت سهولت در اجرای اتصالات و به منظور اینکه لوله ها بتوانند در تمام طول به سهولت در کف ترانشه قرار گیرند، بهتر است گود برداری محل اتصالات در داخل ترانشه ها به حد کافی عریض و عمیق پیش بینی شود.



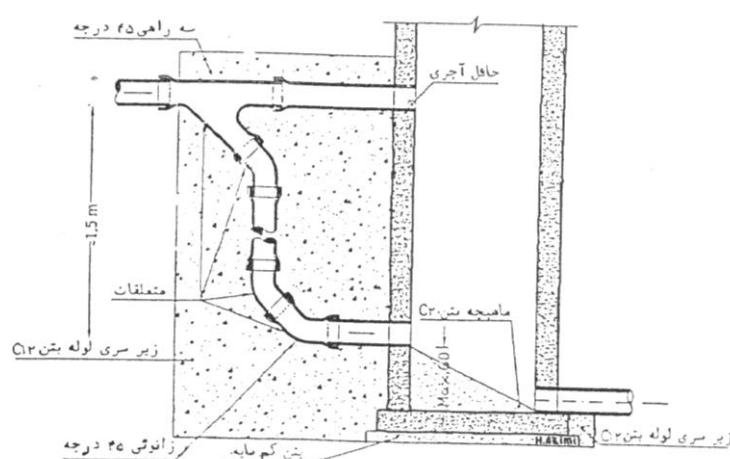
ارتفاع ترانشه به شیب مسیر بین دو آدم رو دارد. در خروجی یک آدم رو ارتفاع ترانشه به اندازه ارتفاع خروجی آدم رو از سطح زمین است. اما در ورودی برای کاهش حجم عملیات خاکی و کاهش خاکبرداری و ارتفاع ترانشه می توان ورودی را در ارتفاعی بسیار بالاتر از کف آدم رو قرار داد و یک اتصال ریزشی با زاویه 45 درجه زد.

در شکل مقابل پلان اتصال ریزشی 45 و 90

درجه را مشاهده می نمایید.



ساخت اتصال ریزشی از نوع (45 درجه)



ساخت اتصال ریزشی از نوع (90 درجه)

حد اقل ارتفاع ترانشه مقداریست که بتواند قطر

خارجی لوله و ماسه بادی کف مسیر و همچنین

1/7 متر بالای لوله را پوشش دهد؛ به عبارتی

ارتفاع تمام شده از تاج لوله می بایست حداقل

1/7 متر از سطح زمین طبیعی فاصله داشته

باشد.

ترانشه باید به ترتیبی مهارکوبی و زهکشی

شود که کارگران بتوانند در داخل آن بدون

خطر و به طور موثر کار کنند.

ترانشه را در مسیرهایی که امکان استفاده از

بیل مکانیکی باشد با بیل کننده و در مسیرهایی که نتوان از بیل مکانیکی استفاده نمود می بایست با دست و در

مسیرهای سنگی با کمپرسور حفر نمود، هر کدام از این ها در فهرست بها قیمت مربوط به خود را دارا می

باشند.

زمین سنگی به زمینی می گویند که برای کندن آن استفاده از چکش های سنگ بری، مواد منفجره یا ماشین

آلات سنگین مانند بولدوزر با قدرت بیش از 300 اسب، الزامی باشد.

در شکل مقابل یک ترانشه را مشاهده می نمایید.

**(به علت حجم زیاد تصاویر، به شکل PDF تبدیل شده است و به پیوست ارائه می شود)**

بستر سازی ترانشه:

کف ترانشه باید با قشری از ماسه خاکدار نرم یا خاک سرندی یا به عبارتی ماسه بادی و یا برای قطرهای بالا با شن درشت دانه به ضخامت های تعیین شده بر حسب قطر لوله بستر سازی شود، و در صورتیکه جنس خاک کف ترانشه سست و نامرغوب بوده و یا دارای شن درشت و سنگ باشد لازم است کف ترانشه تا عمقی مناسب که مهندس ناظر با توجه به نامرغوبین و قطر لوله تعیین می کند، خاکبرداری شده و با شن ریزدانه در قشرهایی 10 تا 15 سانتیمتر پر شده و متراکم گردد.

در مسیرهایی که کف ترانشه به تراز آب زیرزمینی برخورد می کند، باید قشری از مصالح زهکش به ضخامت 30 سانتیمتر ریخته شده و بستر به صورت بستر بتنی به عرض حدود 1 متر و ضخامت 15 سانتیمتر بستر سازی شود.

پس از نصب لوله لازم است اطراف و بالای لوله تا ارتفاع حداقل 30 سانتیمتر بالای تاج لوله با خاک سرندی یا ماسه بادی مناسب پر شده و متراکم گردد. این تراکم باید حداقل 85 درصد و توسط غرقاب کردن بدست آید. مقدار تراکم خاکریزی در تمامی مراحل باید حداقل 85 الی 95 درصد بر مبنای آزمایش (Ashto T99) باشد. آزمایشهای خاک بنا بر درخواست دستگاه نظارت انجام می شود.

کف ترانشه :

رقم های مشخص شده در نقشه ها و پروفیل های مسیر، رقوم تمام شده کف داخل لوله می باشد و در زمان حفر ترانشه ضخامت لوله و بستر سازی بایستی به عمق داده شده اضافه شود. کف ترانشه ها باید به دقت رگلاژ شود، تا لوله طبق جزئیات ارائه شده از قبیل ماسه بادی کوبیده یا خاک سرندی ریخته و تسطیح شود تا لوله در کف ترانشه در تمامی نقاط بر روی سطح اتکاء یکنواختی قرار گیرد. نوع بستر لوله ها با توجه به شرایط خاک سست و نامرغوب بودن یا سنگی و سفت بودن و به طور کلی شرایط خاک تعیین می گردد.

در نقاطی که کف ترانشه در زمینهای سست و ناپایدار بوده و شامل خاکستر پوکه، انواع زباله، رستنی و سایر مواد آلی با قطعات بزرگ و تکه هایی از مواد غیرآلی باشد می بایست مواد نامناسب مزبور را خارج نموده و بستر سازی کرد، به طوری که بین دو آدم رو تکیه گاه یکنواخت و پیوسته ای در کل طول لوله ایجاد شود.

در نقاطی که کف ترانشه در سطح زیر خط لوله از مصالح ناپایدار و یا زمینهای نرم و نامناسب تشکیل شده باشد، به طوریکه برای نگهداری صحیح لوله ها جابجایی خاک با مصالح مورد تصویب و متراکم شده امکان نداشته باشد، می بایست زیر سری بتنی با حداقل عرض لوله در نظر گرفته تا از نشست غیر یکنواخت لوله و احتمالاً شکسته شدن یا جدایی لوله ها از یکدیگر جلوگیری به عمل آید.

اما در نقاطی که ترانشه به مصالح بنایی یا زمین سنگی برخورد می نماید، لازم است در این نقاط بستر لوله ها حداقل 10 سانتیمتر بیشتر حفر گردیده و با خاک سرنندی یا ماسه بادی پر و کوبیده شود تا متراکم گردد و به رقوم مورد نظر کف لوله برسد.

نقب:

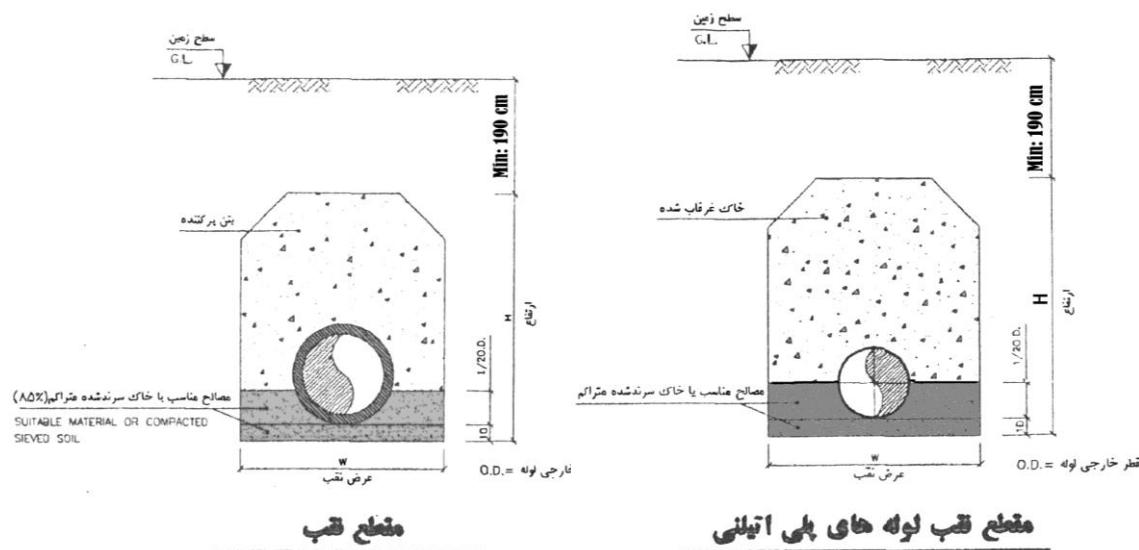
در محل هایی که امکان حفر ترانشه نبوده مثلاً مسیر قنات یا جوی آب با مسیر لوله تداخل داشته باشد و یا خاک مسیر سست بوده و امکان ریزش در مسیر طولانی باشد، بدون اینکه خاک سطح زمین طبیعی را بردارند؛ از زیر زمین مسیر را باز نموده که نقب می گویند.

ابعاد نقب

نیز به نوع و قطر لوله بستگی دارد که در

جدول زیر

آمده است:



N.D. (mm)	20 0	25 0	30 0	40 0	50 0	60 0	70 0	80 0	90 0	100 0	120 0	140 0	160 0
W (cm)	75	80	90	10 0	13 0	14 0	15 0	16 5	17 5	185	210	235	260
H (cm)	11 5	12 0	12 5	14 0	16 0	17 5	18 5	20 0	21 0	220	245	270	295

(P.E.S.)

N.D. (mm)	200	225	250	280	315	355
W (cm)	65	70	70	75	75	80
H (cm)	110	115	115	120	120	125

بسترسازی و خاکریزی نقب :

در صورتیکه لوله گذاری به صورت نقب صورت گیرد، عرض و ارتفاع نقب طبق نقشه و بر اساس قطر لوله عبوری از نقب تعیین می گردد. بستر نقب بر حسب قطر لوله 10 الی 15 سانتیمتر با ماسه نرم پر و متراکم می گردد و سپس در صورتی که لوله کارگذاری شده بتنی باشد قسمت تاج نقب با بتن و یا شفته آهک پر می گردد و در صورتی که لوله کارگذاری شده پلی اتیلنی باشد؛ قسمت تاج نقب تا 30 سانتیمتر بالای لوله با خاک غرقاب شده و سپس قسمت انتهایی تاج نقب به وسیله پمپ بتن یا شفته آهک تزریق می گردد.

لوله ها :

انواع مختلف لوله که در شبکه فاضلاب به کار می روند عبارتند از :

- ✓ لوله آزیست سیمان فاضلابی A.C.S.
- ✓ لوله بتنی ساده یا مسلح فاضلابی C.S. , R.C.S.
- ✓ لوله پی وی سی فاضلابی P.V.C.S.
- ✓ لوله پلی اتیلنی فاضلابی P.E.S.
- ✓ لوله فایبرگلاس فاضلابی G.R.P.S.

نوع لوله با نظر دستگاه نظارت بر اساس اهمیت پروژه و همچنین دسترسی آسان به لوله انتخاب می شود. امروزه لوله های پلی اتیلن بیشترین کاربرد را در شبکه فاضلاب دارند. این نوع لوله ها حدود 12 متر طول دارند. قطر لوله ها بر اساس جمعیت منطقه و ابتدا یا انتهای شبکه فاضلاب و همچنین بر اساس موقعیت مسیر که داخل کوچه باشد یا خیابان اصلی و حجم آب مصرفی منطقه انتخاب می شود که بستگی به نوع لوله بین 20 سانتیمتر تا 2 متر متغیر است.

نمونه های موجود در بازار عبارتند از :

2000,1800,1600,1400,1200,1000,900,800,700,600,500,450,400,350,300,250,200

که قطر داخلی لوله بر حسب میلیمتر می باشد.

در کارگاه لوله ها باید طوری انبار شوند که آسیب نبینند و قبل از عملیات لوله گذاری می بایست لوله ها تست شده تا ترک خورده نباشند. در صورت ترک خوردگی می بایست در محل ترک خوردگی اگر ترک کوچک باشد شفته ریزی یا بتن ریزی شود و در صورت شدت ترک خوردگی لوله تعویض شود.

لوله ها باید طوری متصل شوند که در محل اتصال کاملاً آب بند باشند تا از ورود آب های سطحی و زیرزمینی به داخل لوله ها ممانعت به عمل آید.

تست لوله های فاضلاب : ( شماره استاندارد DIN40033 )

✓ بر اساس استاندارد کلیه لوله های فاضلاب قبل از بهره برداری باید تحت تست فشار آب (  $1/2$  متر آب در بالادست لوله ) قرار گیرد؛ به شرطی که در پایین دست لوله فشار آب از 6 متر تجاوز نکند.

✓ در این آزمایش پس از پر کردن لوله، نشت آب بعد از 30 دقیقه با افزایش مرحله به مرحله آب، در هر 10 دقیقه توسط یک ظرف مدرج اندازه گیری شده و مقدار آب نشتی برای تامین ارتفاع ثابت آب  $1/2$  متر بعد از 30 دقیقه محاسبه می شود.

✓ بر اساس تجربه، مقدار متوسط نشت آب برای لوله های فاضلاب تا اقطار 460 میلیمتر نباید از یک لیتر در ساعت به ازاء هر متر لوله تجاوز کند

✓ این آزمایش هر دو عامل قطر و طول لوله را مد نظر قرار می دهد.

قبل از تست باید موارد زیر رعایت شود :

✎ بازرسی لوله : لوله از نظر شکستگی و ترک قبل از کارگذاری بازرسی شود.

✎ فاصله زمانی : در صورتی که در اتصالات لوله از ملات سیمان استفاده شود؛ تست لوله باید 24 ساعت بعد شروع شود.

✎ ارتفاع آب در ابتدای لوله نباید از  $1/2$  متر تجاوز کند و در انتهای لوله نباید بر اساس استاندارد DIN آلمان از 5 متر و استاندارد انگلیسی از 6 متر تجاوز کند.

✎ تویی انسداد کاملاً آب بند باشد.

✎ انتهای خط لوله برای جلوگیری از جابجایی لوله باید مهار شود. (برای مثال میزان بار طولی برای یک لوله به قطر 100 میلیمتر با فشار داخلی 0/5 بار، حدود 4000 کیلوگرم در انتهای خط می باشد. )

نحوه تست :

☑ انتهای لوله را با استفاده از تویی کنارگذر مسدود نمایید.

☑ لوله را با استفاده از یک شیر آتش نشانی یا تانکر آب از قسمت بالای لوله (قسمت باز لوله) از آب پر

کنید.

- ✓ در ابتدا افت زیاد سطح آب مشاهده می شود که به دلیل هوای حبس شده در لوله است و به تدریج کاهش می یابد.
  - ✓ مسیر لوله را برای نشت احتمالی کنترل نمایید.
  - ✓ پس از اشباع لوله از آب (حدود یک ساعت) به تدریج به لوله آب اضافه داده تا ارتفاع آب به 1/2 متر برسد.
  - ✓ میزان نشت آب باید بعد از 30 دقیقه اندازه گیری شود. این عمل در سه مرحله پس از هر 10 دقیقه صورت می گیرد. میزان نشت آب نباید از یک لیتر به ازای هر متر لوله در هر متر قطر لوله در ساعت تجاوز کند.
  - ✓ در مورد لوله های آزبست و بتنی که میزان جذب آب لوله زیاد است؛ قبل از شروع آزمایش زمان غرقاب کردن را افزایش دهید.
  - ✓ میزان نشست مجاز از فرمول زیر بدست می آید:
- قطر لوله (m) × طول لوله (m) × زمان (h) × اتلاف مجاز = میزان نشست مجاز
- ✓ استاندارد لوله های فاضلاب از نظر میزان نشست مجاز

جدول میزان نشست مجاز آب در 10 دقیقه ( استاندارد انگلستان CP2005/1968-BS )

1	2	3
قطر لوله بر حسب میلیمتر	حجم آب مورد نیاز تست	میزان نشست در 10 دقیقه
100	8	٪1.67
125	12	٪2
150	18	٪2.5
200	31	٪3.4
250	49	٪4.2
300	71	٪5
350	96	٪5.8
400	126	٪6.7
450	159	٪7.5
500	196	٪8.4
600	283	٪11
700	385	٪12

800	503	%134
900	636	%15
1000	785	%167
1200	1131	%2

با ضرب طول شبکه در حال تست در ضرایب ستون 3 برای اقطار مختلف میزان نشت برای لوله در 10 دقیقه محاسبه خواهد شد.

در رابطه با انجام عملیات و نصب لوله باید به نکات زیر توجه شود :

✓ حمل و نقل : بارگیری جابجایی و حمل و نقل لوله ها بایستی به نحوی صورت پذیرد که از هر گونه

خرابی در حین انتقال لوله ها جلوگیری به عمل آید.

✓ تخلیه : تخلیه لوله ها باید با جرثقیل با ظرفیت کافی، مجهز به تسمه و تیر پخش کننده یا لوازم بالابر

که برای این کار طراحی شده اند صورت پذیرد.

تسمه ها می توانند دور لوله و به دو سر لوله قلاب شوند؛ لوله ها را می توان به طور مستقیم روی زمین قرار داد مشروط بر اینکه زمین تقریباً مسطح و عاری از هر نوع سنگ و برآمدگی باشد.

روی هم انباشتن لوله های با قطر بالا بر روی لاستیک ماشین مجاز نمی باشد؛ به این دلیل که سنگین بوده و تغییر شکل می دهند.

✓ ریشه کردن : ریشه کردن عبارتست از قرار دادن لوله ها در یک خط بر روی زمین جهت لوله گذاری

لوله ها باید در فاصله مناسبی از محل ترانشه ریشه شوند به طوریکه مانع از عملیات ترانشه کنی و یا موجب ریزش ترانشه نشوند.

نوع اتصالات لوله ها :

اتصال لوله های پلی اتیلنی دو جداره اتصال کوبلینگی می باشد. لوله های 12 متری توسط کوبلینگ که 30 سانتیمتر طول دارد به هم متصل می شوند.



لوله ها هر کدام به مقدار 15سانتیمتر به داخل کوبلینگ می روند که می بایست بین لوله ها و کوبلینگ واشر پلاستیکی قرار گیرد تا آب به بیرون نشت نکند.

بعد از بستر سازی بین دو آدم رو با شیب ثابت که از اختلاف ارتفاع روی بتن کف دو آدم رو تقسیم بر طول مسیر که فاصله دیواره خارجی دو آدم رو است بدست می آید؛ لوله گذاری انجام می شود. لازم بذکر است که مقدار ارتفاع از روی نقشه و بر اساس نقشه های سازمان نقشه برداری کشور محاسبه می شود. این ارتفاع ها توسط دوربین نقشه برداری مشخص می شود.

### پروفیل‌های طولی و پلان :

قبل از خاکبرداری ترانше های فاضلاب می بایست اقدام به برداشت پلان و پروفیل طولی زمین مسیر فاضلاب نمود تا چنانچه اختلافی بین زمین و نقشه بود تغییرات اعمال شود.

### منابع قرضه :

مصلحی که برای کار استفاده می شوند اعم از شن و ماسه باید کیفیت و مرغوبیت لازم را دارا باشند. به عنوان مثال ماسه شسته و یا درشت دانه؛ خاک دار نباشد و همچنین از دانه بندی مناسبی برخوردار باشد که ای امر می بایست به تایید دستگاه نظارت برسد تا بتوان از آن قرضه مصالح را استفاده نمود.

### امنیت کار :

در ابتدا می بایست کلیه قسمت های کار از جمله تاسیسات و نیروی انسانی در مقابل کلیه مخاطرات بیمه نمود. همچنین باید در کار امنیت را رعایت نمود و به پرسنل و کارگران آموزش لازم را داد. به عنوان مثال به کمک نقشه خوان یا به کسی که میر را نگه می دارد می بایست آموزش داد هنگامی که شاخص (میر) را نگه می دارد؛ مواظب سیم های برق باشد تا میر به آنها برخورد نکرده و باعث برق گرفتگی نشود. همچنین حتما به کارگران کلیه موارد امنیتی را گوشزد کرد و در اجرای آن نظارت نمود.

همچنین می بایست در محل های خاک برداری شده نوار خطر و چراغ قرمز و حفاظ نصب نمود و از انباشتن خاک در مسیر عبور وسایل نقلیه خودداری نمود تا باعث بروز سوانح نشود و همچنین باعث ترافیک در منطقه نشود. همچنین باید هنگام عبور ترانشه از کنار خطوط انتقال انرژی و مخابرات و پل های آنها و همچنین تاسیسات زیرزمینی مثل آب، گاز و کابل های مخابرات باید تدابیری اندیشید که خسارتی به آنها وارد نشود. همچنین حداقل فاصله انبار مواد و خاک حاصل از ترانشه کنی از ترانشه 60 سانتیمتر می باشد.

### زهکشی :

- ☑ گاهی اوقات بر اثر عدم دقت لازم هنگام حفر ترانشه به دیگر تاسیسات مثل لوله های آب آسیب رسیده و ترانشه را پر از آب می کند که می بایست این آب را به وسیله پمپ و تلمبه از ترانشه خارج نمود.
- ☑ همچنین به منظور کنترل آبهای سطحی و زیرزمینی در مدت اجرا باید به روشهای مناسب زهکشی نمود. به منظور اجتناب از کار در گود مرطوب، عملیات ترانشه کنی از پایین دست به طرف بالا دست انجام می پذیرد.
- ☑ اگر فاضلاب رو آماده بهره برداری بود؛ می توان از آن به عنوان زهکش استفاده نمود. اما در زمینهای گل آلود و هنگامی که آب در ترانشه با خود مواد گلی حمل می کند، روش فوق توصیه نمی شود، زیرا احتمال گرفتگی فاضلاب رو وجود دارد. بهتر است در این مورد از تلمبه استفاده نمود.
- ☑ احداث میله چاه به عنوان متداولترین وسیله آب کشی زمینهای آب دار برای اجرای عملیات خاکبرداری در شبکه فاضلاب به شمار می رود، تعداد و قطر میله ها و فاصله آنها به نفوذ پذیری خاک و مقدار آبی که لازم است تخلیه شود بستگی دارد. پایین بردن سطح آب زیرزمینی ممکن است باعث نشست زمین اطراف و در نتیجه آسیب به ساختمانهای نزدیک شود.

### سپر کوبی و چوب بست :

به منظور حفاظت دیواره ترانشه در زمینهای ریزی و یا در ترانشه های عمیق و همچنین برای به حداقل رساندن میزان نشست آب در ترانشه لازم می گردد دیواره ترانشه با تمهیدات لازم نگهداری شود. نحوه کار بر حسب موقعیت و شرایط کار فرق می کند.

طبق قوانین کشوری می بایست ترانسه هایی که بیش از 3 متر عمق دارند حتماً مهار شوند.

خاک ریزی روی لوله و پر کردن ترانسه :

پس از اجرای بستر لوله طبق مشخصات فنی و نصب لوله در داخل ترانسه و انجام آزمایشات مورد نیاز و خاکریزی اطراف و روی لوله، بایستی ترانسه تا سطح زیر آسفالت و یا زمین طبیعی با استفاده از خاکریزی و کوبیدن در لایه های متناوب و یا با مخلوط شفته آهک بر اساس جزئیات زیر و با کسب تایید دستگاه نظارت پر گردد.

☑ خاکریزی اطراف و روی لوله :

✓ پس از نصب لوله بر اساس رقوم و شیبهای مشخص شده در نقشه بر روی بستر آماده شده، تثبیت لوله در موقعیت اجرا شده توسط کمر بند ماسه، آب بند نمودن درزها و اتصالات بایستی ابتدا طبق جزئیات اجرایی، مشخصات فنی و یا نقشه های ارائه شده کناره و اطراف لوله ها در لایه های متناوب خاکریزی شده و تا حد مطلوب و به نحوی مناسب که موجب جابجایی لوله ها نگردد، کوبیده شود و یا در صورت نیاز با بتن و یا شفته آهک پر گردد.

✓ کلیه مصالح خاکریزی در این قسمت باید عاری از پوکه، خاکستر، زباله، مواد نباتی و آلی، قلوه سنگ یا قطعاتی که برای خاکریزی مناسب نیست، باشد.

✓ در کلیه موارد لوله گذاری با لوله پلی اتیلن تا روی تاج لوله از اختلاط شن نخودی و ماسه استفاده شود.

✓ پس از نصب لوله بایستی تا ارتفاع حداقل 30 سانتیمتر بالای لوله به وسیله خاک سرند شده غرقاب شود یا ماسه بادی ریخته شود.

✓ در مواردی که لوله از عرض خیابان عبور می کند یا در مواردی که لوله مدفون در معرض ترافیک زیاد قرار می گیرد، باید لوله ها را در غلاف بتنی با عیار 300 کیلوگرم سیمان در متر مکعب قرار داد.

☑ پر کردن ترانسه تا سطح زمین ( خاکریزی نهایی ) :

✓ ترانسه تا ارتفاع 60 سانتیمتری سطح زمین بایستی به وسیله خاک های حاصل از ترانسه کنی در صورت مناسب بودن و در غیر این صورت با خاک های مناسب از قرضه پر شود؛ و یا شفته آهک شود.

✓ این کار از 30 سانتیمتر بالای لوله تا 60 سانتیمتری سطح زمین انجام می شود، که با دست یا وسایل مکانیکی انجام می شود.

- ✓ ضخامت قشرهای خاکریزی از 20 سانتیمتری نباید تجاوز کرده و هر قسمت کلاً رطوبت مناسب را داشته و با استفاده از وسایل مکانیکی کوبیده شود.
- یکی از وسایل مکانیکی که برای عمل کوبیدن خاک ترانشه به که می رود کمپکتور نام دارد که در شکل زیر مشاهده می شود.
- ✓ خاکریزی از 60 سانتیمتری تا سطح زمین توسط شهرداری صورت می پذیرد، ولی در صورت درخواست دستگاه نظارت باید انجام داد. در این صورت بایستی سطح آخرین قشر خاکریزی با سطح زمین مجاور مطابقت داشته باشد؛ حداکثر برآمدگی یا فرورفتگی در این سطح نسبت به قسمت های مجاور نباید از 4 سانتیمتر تجاوز کند.
- ✓ در ترانشه هایی که در جاده و خیابان و یا پیاده رو حفر گردیده اند یا آنها را قطع می کنند، بعد از انجام خاکریزی قشر فوقانی به طور موقت با مصالح اساس و زیر اساس پر و متراکم شده تا در نتیجه عبور و مرور نشست قطعی خاک صورت گیرد.
- ✓ همچنین در ترانشه های فوق برای اعمال نشست قطعی خاک در لایه های 60 سانتیمتری در ترانشه ریخته شده و سپس کرت بندی و غرقاب می شود.
- ☑ پر کردن ترانشه با مصالح شفته آهک :
- ✓ یکی از روشهای بهبود کیفیت خاک استفاده از مصالح شفته آهک می باشد. این روش در مناطقی که میزان خاک رس و ریزدانه درصد بالایی داشته باشد نتیجه بهتری را حاصل می نماید.
- ✓ در صورت استفاده از این روش بایستی پس از تکمیل خاکریزی روی لوله، ترانشه را تا سطح زیر آسفالت با مصالح شفته آهک که با روش زیر تهیه گردیده است، پر نمود.
- ✓ حداکثر ضخامت لایه های شفته آهک در صورتی که به روشهای دستی مخلوط گردند 20 سانتیمتر و در صورتی که با استفاده از ماشین آلات مخلوط شوند، بر حسب نوع وسیله مکانیکی بین 60 تا 80 سانتیمتر است.
- ✓ نسبت خاک مصرفی حداقل به میزان 3 الی 7 درصد وزن خاک خشک ( در حدود 100 الی 150 کیلوگرم در متر مکعب خاک ) می باشد که این نسبت متغیر بوده و بر حسب نوع و جنس خاک و درصد مصالح ریزدانه و خام رس مشخص می شود. چنانچه خاک محل دارای مصالح ریزدانه همراه با شن و ماسه باشد، این نسبت تا حد 2 الی 5 درصد کاهش می یابد.

- ✓ در صورتی که خاک محل کاملاً درشت دانه و عاری از مصالح ریزدانه باشد، نمی توان شفته آهک نمود؛ مگر این که بین 15 الی 20 درصد مصالح رسی و ریزدانه به آن اضافه گردد.
- ✓ میزان آب مصرفی در در تهیه شفته آهک بر حسب نوع تهیه و جنس خاک متغیر بوده و در تهیه شفته با دوغاب آهک در حدود 300 لیتر آب در متر مکعب خاک مصرف می گردد.
- ✓ با توجه به اینکه مشخصات نو خاک رس محل ( PI,LL,PL ) در میزان آهک مصرفی تاثیر بسزایی دارد؛ بایستی آزمایشات لازم را انجام داد تا بهترین مقاومت را به دست دهد.
- ✓ آهک مصرفی می بایست کاملاً به صورت پودر بوده و به هیچ وجه قطعات سنگ آهک نداشته باشد؛ زیرا موجب تخریب لوله های بتنی می شود. و همچنین آهک کاملاً شکفته شود.
- ✓ در صورتی که در نزدیکی ترانشه و با فاصله حداقل 2 متر لوله فولادی سایر تاسیسات شهری مخصوصاً لوله گاز وجود داشته باشد؛ باید از مصرف شفته آهک به هر میزان خودداری نماییم.
- ✓ پس از گذشت حداقل 3 روز از ریختن شفته آهک می توان لایه های بعدی را ریخته و قبل از ریختن لایه های جدید می بایست لایه های قبلی با استفاده از ماشین آلات و ادوات مناسب کوبیده شود تا نشست کاملاً صورت پذیرد.
- ✓ در صورتی که درجه حرارت محیط اطراف پایین باشد؛ مجاز به ریختن شفته آهک نمی باشیم و بهتر است قبل از سرد شدن هوا، شفته به مقاومت مجاز و حداقل رسیده باشد. ضمناً در زمانی که هوا خیلی گرم است؛ پس از ریختن شفته باید سطح محل شفته ریزی شده را تا گرفتن کامل شفته، مرطوب نگه داشت.
- ✓ در صورتی که لوله گذاری با لوله های پلی اتیلن صورت گرفته باشد؛ باید حداقل تا 30 سانتیمتر بالای تاج لوله خاکریزی و غرقاب شود و سپس از ملات شفته آهک برای تثبیت و اصلاح خاک استفاده گردد.
- لزم به ذکر است پس از پر کردن ترانشه می بایست بر حسب مورد نسبت به انجام آزمایش دانسیته یا CBR اقدام شود تا نتیجه قابل قبول بدست آید.
- مقادیر خاکهای اضافی و نامناسب می بایست به محل های دپو منتقل شود.

## سخن پایانی:

(به امید روزی که بتوانیم برای این جامعه مفید واقع شویم و شما اساتید محترم را سرفراز نماییم.)

باتشکر

محراب گنجوی

بهزاد عالیان

ساسان دهبان حاتمی